

Physique I (mécanique, ondes et optique)

Enoncé des exercices. Enoncé des
questions d'examens (2004-2013)

Pascal VANLAER

Titulaire

Notes rédigées par **Pierre MARAGE** et **Pascal VANLAER**

D/2013/0098/145

3e édition – Tirage 2013-14/1

PHYS-F-104_B



« Nothing is more stimulating for a research worker than to be trapped in contradiction. »

Jean Brachet (1909-1988)

Docteur en médecine de l'ULB, pionnier de la biologie moléculaire, résistant.

Le label FSC : la garantie d'une gestion responsable des forêts

Les Presses Universitaires de Bruxelles s'engagent !

Les P.U.B. impriment depuis de nombreuses années les syllabus sur du papier recyclé. Les différences de qualité constatées au niveau des papiers recyclés ont cependant poussé les P.U.B. à se tourner vers un papier de meilleure qualité et surtout porteur du label FSC.

Sensibles aux objectifs du FSC et soucieuses d'adopter une démarche responsable, les P.U.B. se sont conformé aux exigences du FSC et ont obtenu en avril 2010 la certification FSC (n° de certificat COC spécifique aux P.U.B. : CU-COC-809718-HA).

Seule l'obtention de ce certificat autorise les P.U.B. à utiliser le label FSC selon des règles strictes. Fortes de leur engagement en faveur de la gestion durable des forêts, les P.U.B. souhaitent dorénavant imprimer tous les syllabus sur du papier certifié FSC. Le label FSC repris sur les syllabus vous en donnera la garantie.

Qu'est-ce que le FSC ?

FSC signifie "Forest Stewardship Council" ou "Conseil de bonne gestion forestière". Il s'agit d'une organisation internationale, non gouvernementale, à but non lucratif qui a pour mission de promouvoir dans le monde une gestion responsable et durable des forêts.

Se basant sur dix principes et critères généraux, le FSC veille à travers la certification des forêts au respect des exigences sociales, écologiques et économiques très poussées sur le plan de la gestion forestière.

Quelles garanties ?

Le système FSC repose également sur la traçabilité du produit depuis la forêt certifiée dont il est issu jusqu'au consommateur final. Cette traçabilité est assurée par le contrôle de chaque maillon de la chaîne de commercialisation/transformation du produit (Chaîne de Contrôle : Chain of Custody – COC). Dans le cas du papier et afin de garantir cette traçabilité, aussi bien le producteur de pâte à papier que le fabricant de papier, le grossiste et l'imprimeur doivent être contrôlés. Ces contrôles sont effectués par des organismes de certification indépendants.

Les 10 principes et critères du FSC

1. L'aménagement forestier doit respecter les lois nationales, les traités internationaux et les principes et critères du FSC.
2. La sécurité foncière et les droits d'usage à long terme sur les terres et les ressources forestières doivent être clairement définis, documentés et légalement établis.
3. Les droits légaux et coutumiers des peuples indigènes à la propriété, à l'usage et à la gestion de leurs territoires et de leurs ressources doivent être reconnus et respectés.
4. La gestion forestière doit maintenir ou améliorer le bien-être social et économique à long terme des travailleurs forestiers et des communautés locales.
5. La gestion forestière doit encourager l'utilisation efficace des multiples produits et services de la forêt pour en garantir la viabilité économique ainsi qu'une large variété de prestations environnementales et sociales.
6. Les fonctions écologiques et la diversité biologique de la forêt doivent être protégées.
7. Un plan d'aménagement doit être écrit et mis en œuvre. Il doit clairement indiquer les objectifs poursuivis et les moyens d'y parvenir.
8. Un suivi doit être effectué afin d'évaluer les impacts de la gestion forestière.
9. Les forêts à haute valeur pour la conservation doivent être maintenues (par ex : les forêts dont la richesse biologique est exceptionnelle ou qui présentent un intérêt culturel ou religieux important). La gestion de ces forêts doit toujours être fondée sur un principe de précaution.
10. Les plantations doivent compléter les forêts naturelles, mais ne peuvent pas les remplacer. Elles doivent réduire la pression exercée sur les forêts naturelles et promouvoir leur restauration et leur conservation. Les principes de 1 à 9 s'appliquent également aux plantations.



Le label FSC apposé sur des produits en papier ou en bois apporte la garantie que ceux-ci proviennent de forêts gérées selon les principes et critères FSC.

® FSC A.C. FSC-SECR-0045

FSC, le label du bois et du papier responsable

Plus d'informations ?

www.fsc.be

A la recherche de produits FSC ?

www.jechedufsc.be

TP de physique - séance 1

Chap 1: Une introduction à la physique

Question pour réfléchir:

Q11. p.22. Examinez les lignes de la figure Q11 et faites des commentaires qualitatifs sur leur pente dans chaque cas.

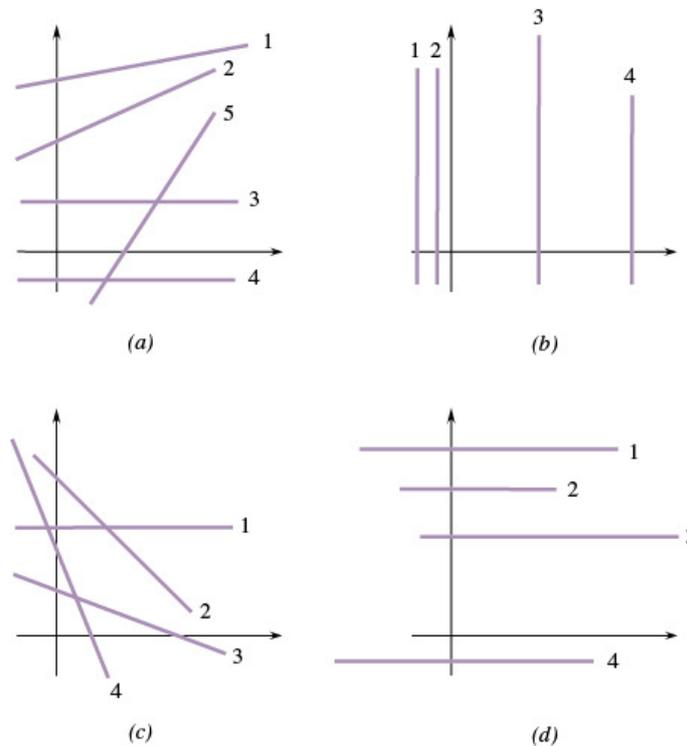


Figure Q11

Exercices:

2. [I] p.23. On a estimé que le cerveau humain peut stocker environ cent mille milliards de bits d' informations. Écrire ce nombre en forme décimale puis en notation scientifique. Exprimer ce nombre en ajoutant un préfixe approprié au mot bit.

15. [I] p.24. Exprimez chacune des masses suivantes en grammes sous la forme décimale avec le bon nombre de chiffres significatifs : (a) 1,00 μg , (b) 0,001 ng, (c) 100,0 mg, (d) 10 000 μg et (e) 10,000 kg.

18. [I] p.24. Donner la valeur de $\pi = 3,14159265\dots$ à un, trois, quatre et cinq chiffres significatifs.

(5.) [I] p.24. Combien de millimètres y a-t-il dans 10,0 km?

(10.) [I] p.24. Votre cerveau met environ $1/500$ de seconde pour reconnaître un objet familier une fois que la lumière de cet objet est entrée dans vos yeux. Exprimez cet intervalle de temps en millisecondes, microsecondes et nanosecondes, chacune avec un chiffre significatif.

(26.) [I] p.24. Dresser un tableau des valeurs de x et y et représenter graphiquement la fonction $y(x) = x^2 + 10$ dans l'intervalle $-5 < x < 5$.

32. [II] p.24. Ajouter les quantités suivantes: 0,10 ms, 20,2 s, 6,33s, 18 μ s et 200,55 ms.

35. [II] p.24. Quel est le produit des trois quantités suivantes: 0,0021g, 655,1 kg et 4,41 μ g ?

Chap 2: Cinématique - vitesse

Question pour réfléchir:

Q1. p.61. Supposons que la vitesse scalaire moyenne sur un intervalle de temps est nulle. Est-il possible que le vecteur vitesse moyenne sur une fraction de cet intervalle soit non nul ? Supposons que le vecteur vitesse moyenne sur un certain intervalle de temps est nul. Est-il possible que le vecteur vitesse moyenne sur une fraction de cet intervalle soit non nul ?

Exercices: Vitesse scalaire

6. [I] p.63. Un signal radar est envoyé vers un satellite à l'instant $t = 0$. L'onde électromagnétique qu'utilise le radar se propage à la vitesse de la lumière, $3,0 \times 10^8$ m/s. Elle se réfléchit sur le satellite et l'écho est détecté par le système radar après $0,5 \times 10^{-3}$ s. Quelle est l'altitude du satellite ?

(16.) [c] p.63. Déterminez la dérivée de la fonction $l(t) = (t^2 + 3t)^4$. Ne vous souciez pas des unités.

24. [II] p.64. Le diabolique docteur X a quitté secrètement l'astroport L4 à bord d'un vaisseau spatial de guerre capable de voyager à la vitesse moyenne $(v_m)_X$. Deux heures plus tard, on s'est aperçu de son évasion. Notre héros se lance à la poursuite à une vitesse $(v_m)_H$. Il le rattrape après 6,4h. Écrire la vitesse $(v_m)_X$ en fonction de $(v_m)_H$.

26. [II] p.64. Un motocycliste prend la route à 12,00h. Il roule à 80 km/h et conserve cette vitesse tout au long de son trajet. À 13,00h une voiture prend la route au même endroit avec une vitesse de 100,0 km/h. À quelle heure la voiture dépasse-t-elle le motocycliste ? À quel endroit ce dépassement a-t-il lieu ? Tracez un graphique représentant les deux mouvements.

34. [III] p.64. Ayant effectué la moitié du trajet avec une vitesse moyenne de 15 km/h, à quelle vitesse moyenne doit-on parcourir le reste du trajet pour avoir une vitesse moyenne globale de 20 km/h ?

Exercices: Vecteur vitesse et mouvement relatif

(44.) [I] p.65. Un passionné de jogging court dans une ville 400 m vers le nord, 200 m vers l'est, 100 m vers le sud, 400 m vers l'ouest, 100 m vers le nord, 100 m vers l'est avant de s'effondrer. Quel est le module de son vecteur déplacement ?

87. [II] p.67. Un faucon volant à une altitude de 50 m au-dessus du sol voit une souris juste au-dessous courant vers le nord à une vitesse de 2,0 m/s. S'il réagit immédiatement, à quel angle et à quelle vitesse doit-il piquer en ligne droite, conservant une vitesse constante, pour intercepter sa proie en 5,0 s ?

90. [III] p.68. Un train roule vers l'est sur une voie rectiligne à la vitesse de 60 km/h. À l'intérieur un frère et une soeur jouent au ballon, séparés par une distance de 2,0 m. La fille lance le ballon horizontalement vers le nord. 1,0 s après, le garçon attrape le ballon. On néglige les effets de la gravité et des frottements.

(a) Quelle est la vitesse du ballon par rapport au garçon ?

(b) Quelle est la vitesse du ballon s'il est vu par un observateur immobile au sol ?

(66.) [III] p.66. Un observateur sur un terrain de golf se trouve à 60 m à l'ouest d'un joueur. À 14,00 h ce dernier lance une balle vers le nord. Elle tombe après 2,0 s à 156 m de l'observateur. Quel est le vecteur vitesse moyenne de la balle ?

TP de physique - séance 2

Chap 3: Cinématique - accélération

Questions pour réfléchir:

Q4. p.106. Oubliant le mouvement propre de la planète, pourquoi peut-on dire que tout objet qui se déplace d'une distance appréciable sur la surface de la Terre est accéléré?

Q11. p.106. Supposons que vous êtes dans un ascenseur en chute libre et que vous laissez tomber vos clés sans vitesse initiale juste devant vos yeux. Expliquez ce qui arrive à ces clés.

Exercices: Notion d'accélération

2. [I] p.107. Un oiseau migrateur est observé à 14 h 02 min se dirigeant vers le sud à la vitesse de 50km/h. A 14 h 06 min, il est observé toujours dirigé vers le sud mais avec une vitesse de 40km/h. Calculer son accélération moyenne sur cette période.

18. [II] p.108. La figure P18 est une représentation graphique de la vitesse scalaire en fonction du temps pour trois cyclistes. Décrire leurs mouvements et calculer leur accélérations moyennes sur tout l'intervalle (de temps) considéré.

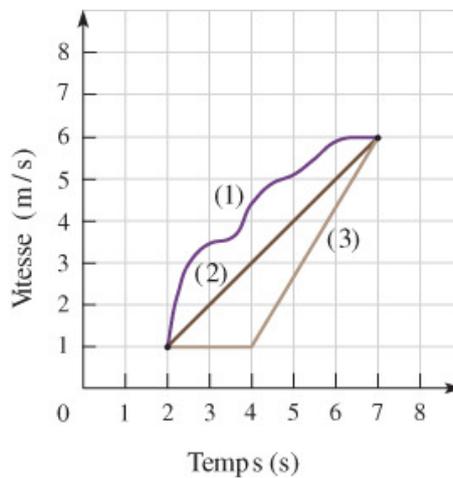


Figure P18

(27.) [cc] p.109. Une souris se déplace le long d'un tube de verre droit selon l'équation $s(t) = (0,10\text{m/s}^3)t^3 - (0,60\text{m/s}^2)t^2 + (0,90\text{m/s})t$ où s est mesuré à

partir de l'extrémité du tube. (a) Déterminer la valeur algébrique de la vitesse à tout instant t . (b) Quelles sont les valeurs algébriques de la vitesse aux instants $t = 1,0\text{s}$, $2,0\text{s}$ et $4,0\text{s}$? (c) A quel instant la souris est-elle au repos ?

24. [III] p.109. Deux motocyclistes roulent directement l'un vers l'autre. Chacun s'est lancé de l'arrêt avec une accélération constante de $5,5\text{m/s}^2$. A quelle vitesse s'approchent-ils l'un vers l'autre après $2,0\text{s}$? A cet instant, quelle distance ont-ils parcouru depuis leur point de départ ?

Exercices: Mouvement uniformément accéléré / chute libre

40. [I] p.109. Un kangourou peut sauter verticalement à une hauteur de $2,5\text{m}$. Quelle est sa vitesse de décollage ?

77. [I] p.111. Supposons que vous pointiez un fusil horizontalement exactement vers le centre d'une cible située à une distance de 100m . Si la vitesse de la balle au sortir du canon est de 1000m/s , où frappe-t-elle la cible ? (On suppose que les effets aérodynamiques sont négligeables.)

(67.) [I] p.111. Vous tombez d'une chaise haute de $0,50\text{m}$. Négligeant la résistance de l'air, à quelle vitesse heurtez-vous le plancher ?

(82.) [I] p.111. L'attraction gravitationnelle à la surface de la Lune est d'environ $g/6$. Si une balle, lancée verticalement, atteint une hauteur de 25m sur Terre, quelle hauteur atteint-elle sur la Lune, si elle est lancée à la même vitesse ? Négliger les effets de la résistance de l'air.

49. [II] p.110. Un conducteur conduisant à 60km/h voit un animal sauter sur la route; il freine. Son accélération étant -7m/s^2 , il s'arrête après avoir parcouru $23,3\text{m}$. Quel était son temps de réaction ?

(100.) [II] p.112. Le saumon, nageant pour revenir à sa zone de reproduction, bondit au-dessus de toutes sortes d'obstacles. Le record de saut en hauteur atteint par ce poisson est de $3,45\text{m}$. Supposant qu'il saute à $45,0^\circ$, quelle est sa vitesse à la sortie de l'eau ? Négliger la résistance de l'air.

65. [III] p.111. Superman court le long de la voie ferrée à la vitesse de 100km/h . Il atteint l'arrière d'un train de marchandises de longueur 500m roulant à 50km/h . A ce moment-là il accélère à 10m/s^2 . Quelle distance parcourt le train jusqu'à ce que Superman atteigne (l'extrémité de) la locomotive ?

QUESTION DE L'EXAMEN DE JANVIER 2006

Une personne a lâché un pétard du haut d'une tour, et l'a entendu exploser $5,00\text{ s}$ plus tard. La vitesse du son étant de 330 m/s et l'accélération de la gravitation $g = 9,81\text{ m/s}^2$, de combien était tombé le pétard avant d'exploser ? (négligez les frottements).

TP de physique - séance 3

Chap 4: Les trois lois de Newton - La quantité de mouvement

Questions pour réfléchir:

Q6. p.144. Le bombardier B-17 de la Seconde Guerre Mondiale (figure Q6) laissait tomber un "chapelet" de bombes. Expliquer pourquoi elles restent alignées en tombant.



Figure Q6

Q18. p.145. La figure Q18 illustre la force exercée sur une balance électronique, lorsqu'une personne de 72,6 kg saute verticalement sur son plateau. La personne était debout, s'est accroupie, s'est redressée et a sauté. La force enregistrée est la différence entre la force normale (perpendiculaire au plateau) exercée sur le plateau et le poids de la personne. C'est pourquoi la force est nulle avant le saut. Expliquez comment vous pourriez utiliser ce graphique pour déterminer la vitesse de la personne lorsqu'elle a sauté.

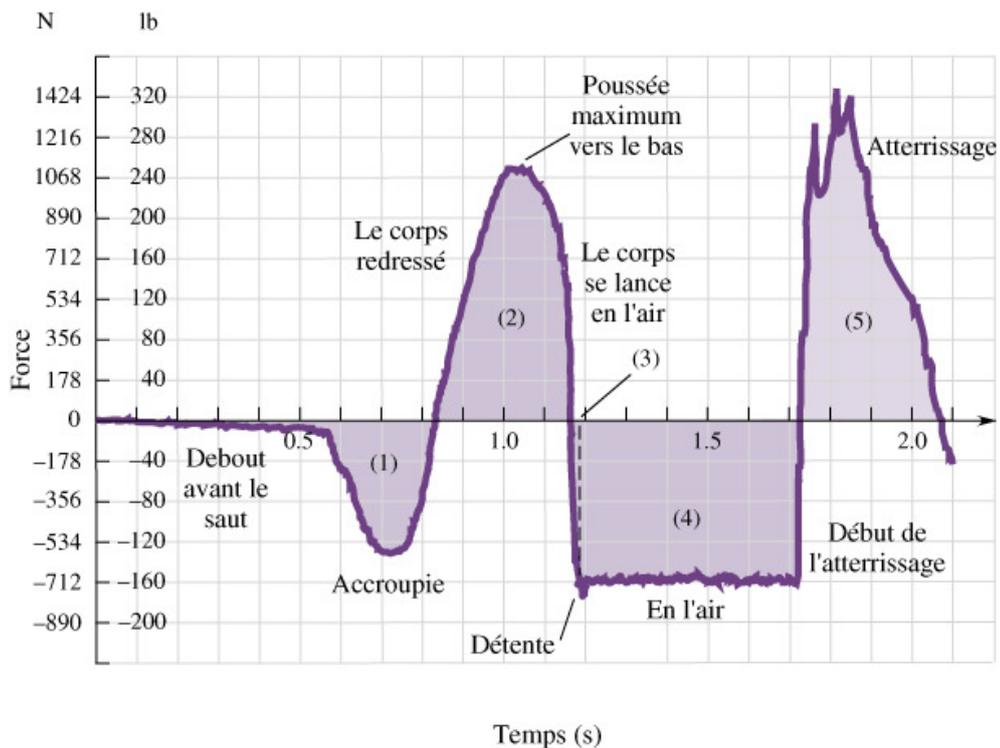


Figure Q18

Exercices: Inertie / notion de force

3. [I] p.147. Marc-Antoine étendu sur sa couche somnole la bouche ouverte et tournée vers le plafond. Cléopâtre s'approche, mutine, à 2,2136 m/s, une grappe à la main et lâche un grain de raisin d'une hauteur de 1,0000 m au-dessus de la bouche de Marc-Antoine. À quelle distance de ce dernier doit-elle lâcher le raisin pour qu'il atterrisse juste dans sa bouche ? Négliger la résistance de l'air et prendre $g = 9,8000 \text{ m/s}^2$.

(5.) [I] p.148. Une balle, tirée verticalement en l'air, atteint une hauteur de 110 m. Comparer avec la valeur théorique, obtenue en négligeant la résistance de l'air, sachant que la vitesse initiale de la balle est de 405 m/s ? Expliquer la différence.

13. [I] p.148. On tire sur les deux cordes attachées au crochet de la figure P13 avec des forces de 100 N et 200 N. Quel est le module et quelle est la direction de la force qui produirait le même effet ?

Exercices: Quantité de mouvement / action - réaction

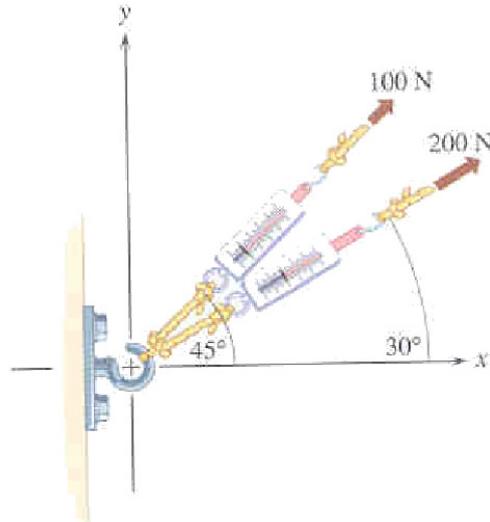


Figure P13

36. [I] p.150. Un marteau de 1 kg frappe un clou à la vitesse de 5 m/s et rebondit à la vitesse de 1 m/s. Supposant que l'impact a duré 1 ms, quelle était la force moyenne exercée sur le clou ?

(35.) [I] p.150. Un joueur frappe une balle de 0,061 kg, dont la vitesse passe de zéro à 20 m/s. Pendant l'impact, le joueur subit une force moyenne de 100 N. Quelle était la durée de l'impact ?

59. [II] p.151. Une balle tirée dans l'argile mouillée décélère uniformément. Une balle de 10 g vient frapper un bloc d'argile à 200 m/s et s'arrête après avoir traversé 20 cm; quelle force moyenne exerce-t-elle sur le bloc ? Quelle force de frottement moyenne l'argile exerce-t-elle sur la balle ?

(49.) [II] p.151. Le coeur humain pompe près de 57 g de sang dans l'aorte à chaque pulsation, qui dure environ 0,1 s. Pendant ce temps, cette quantité de sang est accélérée de l'arrêt à une vitesse de l'ordre de 50 cm/s. Calculer la force moyenne de propulsion exercée sur le sang par le coeur.

63. [II] p.151. Un wagon de masse 10000 kg roule horizontalement à 20 m/s. Lorsqu'il passe sous un pont, 10 hommes de masse moyenne 90 kg se laissent tomber dans le wagon. Que devient la vitesse du wagon avec ses nouveaux passagers ?

64. [II] p.151. Un astronaute de 90 kg, flottant dans l'espace, porte une caméra de TV de 1,0 kg et un paquet de batteries de 10 kg. Il dérive vers le

vaisseau spatial. Pour y retourner plus vite, il lance d'abord la caméra puis les batteries vers l'arrière à la vitesse de 10 m/s. Quel est l'accroissement de sa vitesse après chaque lancement ?

65. [II] p.151. Un patineur sur glace d'une masse de 55,0 kg, d'abord au repos, jette une boule de neige de masse 200 g à la vitesse de 20,0 km/h dans une direction horizontale. Négligeant les frottements, décrire en détail le mouvement résultant du patineur.

33. [II] p.150. Le moteur d'une fusée éjecte 1000 kg de gaz par seconde à une vitesse de 2 km/s. Calculer la poussée de ce moteur. Qu'est-ce qui fait avancer la fusée ?

(75.) [III] p.152. Lors d'un entraînement en Alaska en 1955, un parachutiste américain a sauté d'une altitude de 366 m, mais il n'a pas pu ouvrir son parachute. On l'a trouvé, vivant et étendu sur le dos dans un cratère profond de 110 cm dans la neige avec une fracture partielle de la clavicule. Calculer la force moyenne qui agissait sur lui quand il s'enfonçait dans la neige. Supposer que la décélération était constante, que sa masse était de 90 kg et que sa vitesse limite était 193 km/h.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2007

Un wagon-citerne pesant 4 tonnes est rempli de 30 m³ d'eau. Il est lancé à la vitesse de 6 km/h sur une voie de chemin de fer horizontale. On ouvre une vanne située sous le wagon et l'eau s'écoule à raison de 10 litres par seconde. Quelle est la vitesse du wagon après 1 minute ? On néglige tous les effets de frottement.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2006

Au port de Bruxelles, un wagon ouvert de 3000 kg roule à l'horizontale, à une vitesse constante de 5,4 km/h. Il passe sous un tapis roulant, qui le charge de 12 tonnes de sable. Quelle sera sa vitesse lorsqu'il sera chargé ? On néglige les frottements.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2005

Une grenade suspendue à un fil explose en trois fragments. Le premier, qui a une masse de 40 g, part horizontalement vers la gauche avec une vitesse de 100 m/s. Le deuxième, d'une masse de 80 g, part horizontalement vers la droite en faisant un angle de 60° (compté dans le sens trigonométrique) avec la direction du premier, également avec une vitesse de 100 m/s. La masse du troisième étant de 40 g, quelles sont la grandeur de sa vitesse et sa direction ?

TP de physique - séance 4

Chap 4: Dynamique

Questions pour réfléchir:

Q5. p.185. Est-ce qu'un objet peut se déplacer dans une direction autre que celle de la force à laquelle il est soumis ? Peut-il accélérer dans une direction différente de celle de la force ?

Q8. p.185. Un gymnaste de 70 kg exécute un "soleil" (rotation avec bras, jambes et corps tendus) sur une barre fixe. Il subit une force de 530 N dirigée vers la barre lorsqu'il est au sommet et de 3500 N lorsqu'il est au bas du balancement. Expliquer.

Exercices : Force, masse et accélération

4. [I] p.187. Un papa de 100 kg debout sur de l'herbe glissante est tiré à hue et à dia par ses deux enfants turbulents. L'un l'entraîne vers le marchand de glace situé au nord avec une force de 50 N, l'autre le hale vers la piscine en direction de l'est avec une force de 120 N. En négligeant les frottements, calculez l'accélération résultante du papa.

16. [c] p.187. La vitesse d'une taupe de 0,10 kg, qui se déplace dans un tunnel, est donnée par $v(t) = At^3 - Bt^2$, où A et B sont des constantes. Quelle est la force tangentielle exercée sur cette taupe à l'instant $t = 10$ s ? Négliger la résistance de l'air.

(6.) [I] p.187. L'accélération gravitationnelle sur la surface de Mercure est 0,38 fois sa valeur sur Terre. Quel est le poids d'un corps de 1,0 kg sur cette planète ?

2. [II] p.187. On considère deux barreaux aimantés de masses 1,0 kg et 2,0 kg respectivement. Leurs extrémités de même polarité ont une force d'interaction répulsive. On les presse l'un contre l'autre puis on les lâche. En l'absence de frottement, le barreau le plus lourd s'éloigne de l'autre avec une accélération initiale de 10,0 m/s² vers le nord. Quelle est l'accélération initiale de l'autre barreau ?

28. [II] p.189. En 1784, George Atwood a publié la description d'un dispositif pour "diluer" l'effet de la pesanteur, facilitant ainsi la détermination de g. La figure P28 illustre cet appareil : deux masses sont attachées aux extrémités d'une corde de masse négligeable qui passe dans la gorge d'une poulie de masse

et de frottement négligeables. Montrer que, si $m_2 > m_1$, les deux masses ont une accélération :

$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_2 + m_1)}g$$

Montrer que la tension de la corde est

$$F_T = \frac{2m_1m_2}{(m_2 + m_1)}g$$

Quelle est la valeur de a si $m_2 = 2m_1$? Dans quelles conditions a est nulle? Déterminer a si $m_2 \gg m_1$.

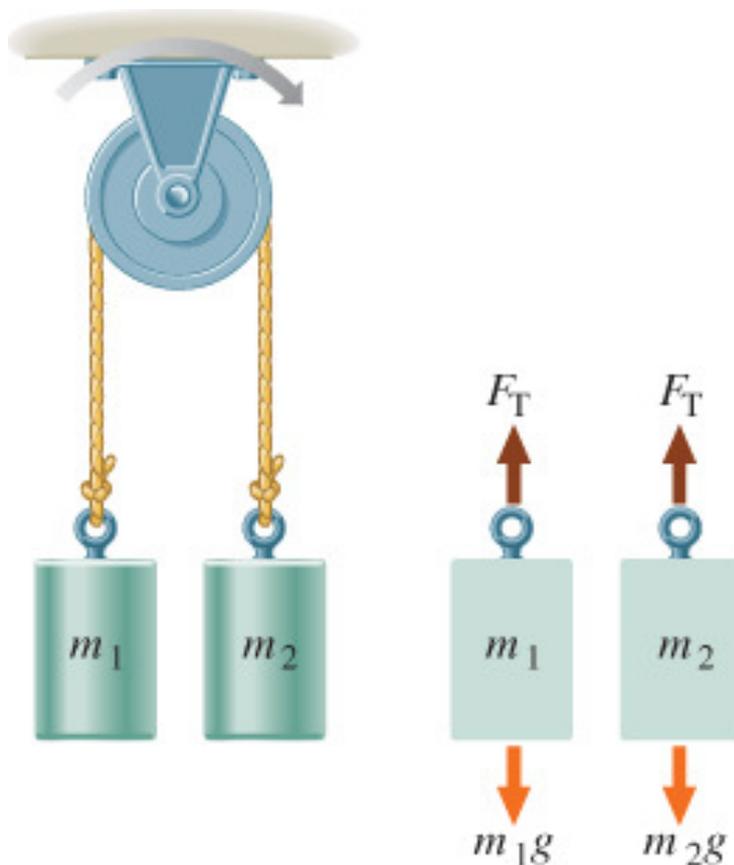


Figure P28

(22.) [II] p.188. Lors de son premier vol en 1981, la navette spatiale Columbia faisait partie d'un ensemble de $2,0 \times 10^6$ kg, d'une hauteur de 18 étages et qui développait une poussée totale de près de $2,85 \times 10^7$ N. (a) Quelle était son accélération initiale à pleine puissance ? (b) selon des rapports de presse, 6,0 s après sa mise à feu, quand elle s'est dégagée de la tour de soutien haute de 105,8 m, elle avait une vitesse de 33,5 m/s. Est-ce que ces rapports sont corrects ?

A quelle accélération moyenne cela correspond-il ? (c) Comparez ces valeurs de l'accélération et proposez une explication à la différence, s'il y en a une.

36. [III] p.189. Un bloc de 10,0 kg est placé au repos au pied d'un plan incliné à $20,0^\circ$. Un second bloc identique est lâché sur ce plan incliné sans vitesse initiale, à une distance de 10,0 m du premier bloc. Il glisse sur le plan et vient frapper le premier. Ensuite, les deux blocs se collent et se déplacent ensemble horizontalement. En négligeant tout frottement, calculez leur vitesse finale.

Exercices : Mouvement curviligne

46. [I] p.190. Calculer l'accélération centripète de la Terre sur son orbite autour du Soleil, considérée comme circulaire. On prendra l'année (temps nécessaire pour parcourir l'orbite) égale à 365 jours et le rayon moyen de l'orbite, égal à $1,50 \times 10^8$ km.

58. [II] p.190. Supposons que vous faites tourner un seau plein d'eau sur un cercle dans un plan vertical, que votre bras a 0,90 m de longueur (de l'épaule au poing) et que la distance de la poignée à la surface de l'eau est 20,0 cm. Quelle doit être la vitesse minimum pour que l'eau ne tombe pas du seau ?

45. [III] p.190. Un joueur de base-ball parcourt un arc de cercle de rayon de courbure 4,88 m à une vitesse de 6,1 m/s. Quelle est la force centripète qui agit sur lui, s'il pèse 845 N ? Quelle est l'origine de cette force centripète ? Y a-t-il une limite inférieure au rayon de courbure de sa course et pourquoi ?

QUESTION DE L'INTERRO DE NOVEMBRE 2005

Un avion décrit dans le plan vertical un looping selon une trajectoire circulaire. Alors que le pilote, de 80 kg, est au sommet de sa trajectoire, la tête en bas, la vitesse de l'avion est de 360 km/h, et la force que le pilote exerce sur son siège est $1/3$ de son poids. Quel est le rayon de la trajectoire ?

TP de physique - séance 5

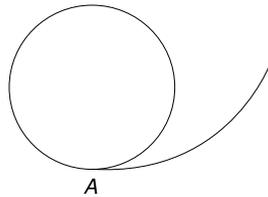
Chap 5 et 7: Gravitation et frottements

Questions pour réfléchir:

Q4. p.262. Jupiter a une masse 318 fois plus grande que celle de la Terre. Pourtant, l'accélération de la pesanteur à sa surface est seulement de 26 m/s^2 . Pourquoi ?

Q8. p.262. Le Soleil semble se déplacer par rapport aux étoiles plus rapidement en hiver qu'en été. Que peut-on en déduire concernant la distance de la Terre au Soleil à ces deux périodes de l'année ?

Q13. p.262. La figure ci-dessous montre une manoeuvre qu'une fusée peut effectuer pour s'échapper d'une orbite circulaire autour d'une planète vers une trajectoire hyperbolique, quelle parcourt sans propulsion. Que faut-il faire en A ? Si le processus a lieu en sens inverse, le vaisseau arrivant en chute libre vers la planète, que faut-il faire pour passer en orbite circulaire ?



Exercices : Gravitation

1. [I] p.264. Que deviendrait le poids d'un objet si sa masse était doublée et sa distance au centre de la Terre également doublée ?

(11.) [I] p.265. Les masses des électrons et des protons sont respectivement $9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ et $1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$. Lorsqu'ils sont distants de $5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$, comme dans l'atome d'hydrogène, ils s'attirent avec une force électrique F_E de $8,2 \times 10^{-8} \text{ N}$. Comparez cette force avec l'attraction gravitationnelle correspondante F_G . Quel est le rapport entre F_E et F_G ?

(18.) [II] p.265. Sachant que $M_L/M_T = 0,01230$ et $R_L/R_T = 0,2731$, calculer le rapport du poids d'un astronaute sur la Lune à son poids sur la Terre.

20. [II] p.265. Déterminez la position d'un vaisseau spatial sur la droite joignant les centres de la Terre et de la Lune, où les forces exercées sur lui par

ces deux corps célestes sont exactement opposés. Le vaisseau est alors sans poids.

50. [II] p.267. Par définition, la Terre est à une distance de 1,0000 UA (unité astronomique) du Soleil. Utilisant le fait que Jupiter est, en moyenne, à 5,2028 UA du Soleil, calculez sa période en années terrestres.

33. [III] p.266. Une étoile à neutrons, de masse de l'ordre de celle du Soleil et d'un rayon d'environ 10 km, est en fait un immense noyau atomique, soudé par sa propre gravitation. Quelle est la période de rotation de cette étoile au-dessous de laquelle elle éjecte de la matière équatoriale ? Prendre $\rho = 10^{17} \text{ kg} / \text{m}^3$.

(59.) [III] p.268. Io, l'une des quatre lunes de Jupiter découvertes par Galilée en 1610, a une période de 1,7699 j (jours terrestres), et elle est à une distance de 5,578 R_J (rayons de Jupiter) du centre de la planète. En déduire la densité moyenne (masse volumique) de Jupiter. Prenez $G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Exercices : Frottements

6. [I] p.227. Un enfant de 200 N est debout, au repos, sur un plan incliné d'un angle de 24° par rapport à l'horizontale. Calculer la force de frottement sur ses chaussures. Quelle doit être la valeur minimum de μ_s ?

(69.) [I] p.191. Un camion transporte une caisse de bois de masse 50,0 kg. Il aborde une montée d'inclinaison $20,0^\circ$. Y a-t-il un risque que la caisse commence à glisser, si le camion roule à vitesse scalaire constante et le coefficient de frottement statique de la caisse sur la plate-forme du camion est 0,3 ?

78. [II] p.191. Un corps de masse m est lancé avec une vitesse de 2,0 m/s sur un plan incliné à 20° . Il glisse en ligne droite vers le haut du plan. Sachant que le coefficient de frottement cinétique est $\mu_c = 0,40$, quelle doit être la distance parcourue pour que la vitesse se réduise à 1,0 m/s ?

QUESTION DE L'EXAMEN DE JUIN 2006

Une caisse de 200 kg tombe d'un camion qui descend à la vitesse de 72 km/h une route inclinée de 10° par rapport à l'horizontale (on considère que la caisse est tombée du camion sans avoir de vitesse initiale par rapport à celui-ci).

- Quelle est la condition pour que la caisse s'arrête à cause de son frottement sur le sol ?
- Si la caisse parcourt une distance de 30 m avant de s'arrêter, quel est le coefficient de frottement entre la caisse et la route ?

QUESTION DE L'INTERRO DE NOVEMBRE 2004

Le "Rotor" de la Foire du Midi est un manège cylindrique, qui peut atteindre une vitesse d'un tour par seconde. La paroi verticale est en bois; on considère que le coefficient de frottement statique entre les vêtements des passagers et le bois est de 0,20. On veut pouvoir escamoter le plancher lorsque le "Rotor" tourne à pleine vitesse, sans danger pour les passagers. Questions:

- a. les dimensions du "Rotor" doivent-elles répondre à certaines conditions ?
Si oui, lesquelles ?
- b. y a-t-il une condition sur le poids maximum des passagers ?
Si oui, laquelle ?

TP de physique - séance 6

Chap 6: Statique

Questions pour réfléchir:

Q5. p.224. La figure Q5 montre un avant-bras et une main exerçant une force, vers le bas, sur un livre. Expliquer la physique de cette situation. En quoi diffère-t-elle de celle du bras portant le livre ? Faites vous-même l'essai en contrôlant l'effort de vos propres muscles.

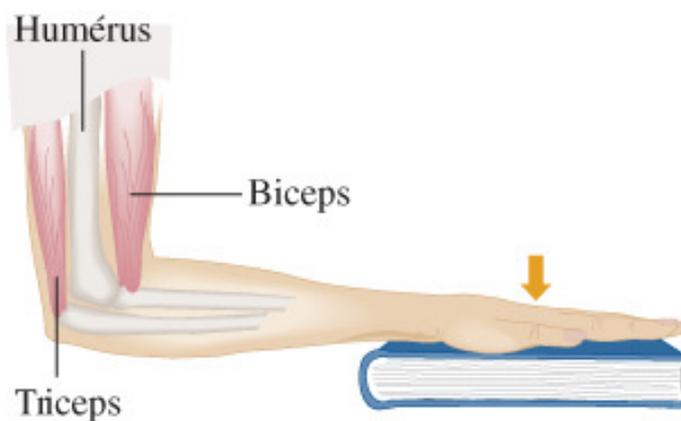


Figure Q5

Q6. p.225. Pourquoi est-il plus facile de tenir une longue tige horizontalement en son milieu plutôt qu'à son extrémité ?

Q9. p.225. Mettez-vous debout jambes tendues, le dos contre le mur, les pieds reposant sur le sol avec les talons touchant le mur. Essayez de toucher vos orteils avec le bout de vos doigts. Expliquez pourquoi vous ne pouvez pas le faire.

Exercices: La statique - première loi

9. [I] p.227. Considérant le dispositif de la figure P9, déterminer l'indication du dynamomètre de la corde de droite et l'angle θ .

21. [II] p.229. On considère le dispositif de la figure P21. Déterminez l'angle d'inclinaison du crochet de la poulie et la réaction de l'anneau auquel elle est suspendue.

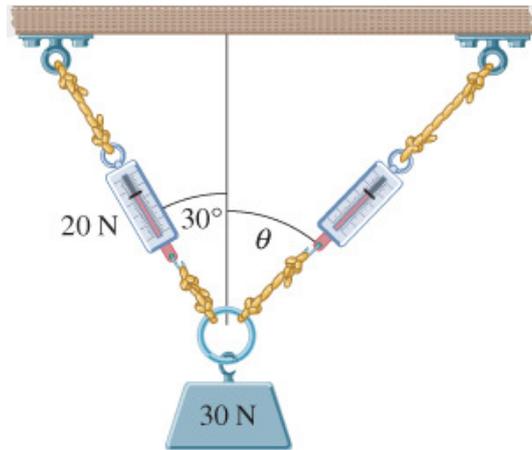


Figure P9



Figure P21

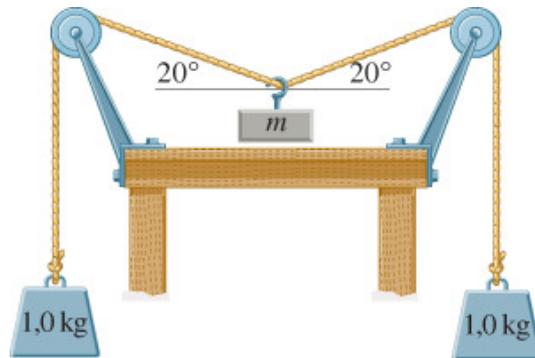


Figure P17

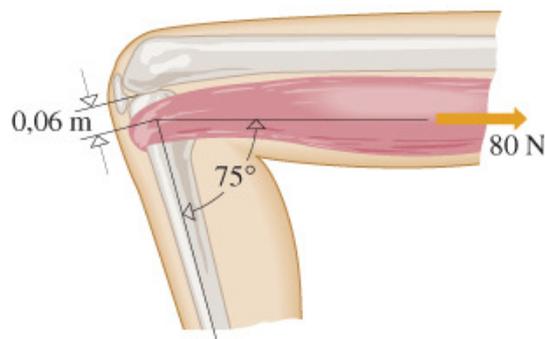


Figure P28

(17.) [II] p.228. Déterminez le poids de la masse m dans la figure P17, en supposant que les poulies et les cordes sont de poids négligeables.

Exercices: Moment de forces - deuxième loi - centre de gravité

28. [I] p.230. La figure P28 montre un tendon exerçant une force de 80 N sur des os de la jambe. Supposez que le tendon agit horizontalement à 0,06 m du pivot du genou. Tracez un diagramme simplifié du système et calculez le moment de la force du tendon par rapport au pivot.

32. [I] p.231. Henri (320 N) et Geneviève (200 N) jouent sur une balançoire de longueur 5,00 m. Ils sont assis sur les deux extrémités de la planche, dont on néglige le poids. Où doit se trouver le pivot, s'ils sont en équilibre ? Quelle est la force de réaction exercée par le pivot sur la planche ?

Inspiré de 15. [II] p.228. Considérant l'armature rivetée de la figure P15, calculez les réactions du sol aux appuis A et H et la tension dans le barreau FH. On suppose que l'appui A glisse sans frottements sur le sol, et que l'appui H

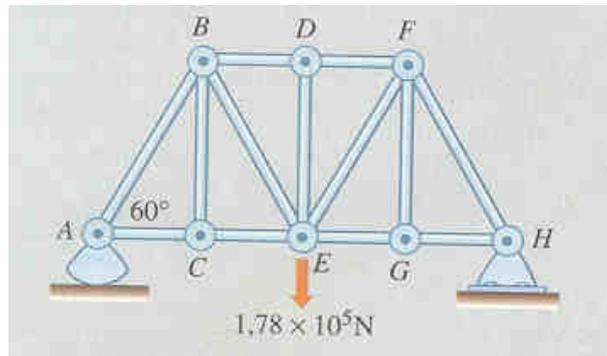


Figure P15

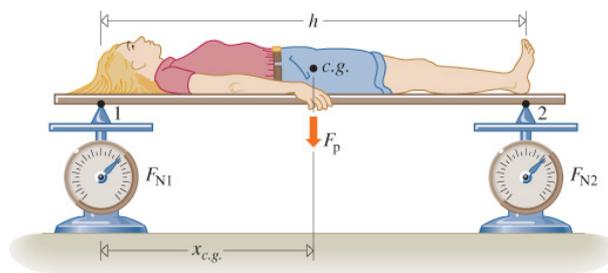


Figure P63

est un axe de rotation autour duquel l'armature tourne sans frottements. On néglige le poids de l'armature.

62. [II] p.234. Une boîte de céréales de dimensions $6,0\text{cm} \times 35\text{cm} \times 46\text{cm}$ a une masse totale de $1,0\text{ kg}$. La boîte est à proximité d'une fenêtre ouverte et du vent souffle sur sa plus grande face. Quelle est la vitesse du vent capable de renverser la boîte ? Pour la force exercée par un vent de vitesse v sur une surface de 1m^2 , on utilisera la formule suivante: $F = 0,6v^2$, où F est exprimée en N/m^2 et v en m/s .

(60.) [II] p.234. Dans l'exercice 32, Henri et Geneviève étaient assis sur une balançoire sans poids. Supposons à présent que la poutre soit homogène et pèse 200 N . Trouvez la position du pivot.

63. [III] p.234. Une technique pour déterminer le centre de gravité d'une personne est illustrée par la figure P63. La personne est étendue sur une planche horizontale, posée sur deux dynamomètres séparés par une distance h égale à la taille de la personne. Écrire l'expression de $x_{c.g.}$ en fonction des quantités mesurées.

TP de physique - séances 7 et 8

Chap 8: Mouvement de rotation

Question pour réfléchir:

Q5. p.302. Est-ce qu'une petite force, agissant sur un corps, peut provoquer une accélération angulaire plus grande que celle qui est produite par une plus grande force? Expliquez. Si la vitesse angulaire d'un corps n'est pas nulle, est-ce que la résultante des moments des forces qui agissent sur lui est, elle aussi, non nulle? Expliquez.

Exercices: Cinématique de la rotation

10. [I] p.305. Quel est l'équivalent de 1,00 tour/min en rad/s?

14. [I] p.305. Le moteur électrique de vitesse variable d'une perceuse tourne à raison de 100 t/s. Il est uniformément accéléré à $50,0 \text{ t/s}^2$ jusqu'à 200 t/s. Combien de tours a-t-il fait pendant ce temps?

20. [c] p.305. Un manège, dans un parc d'attraction, tourne normalement à raison de 0,40 rad/s quand le frein est enclenché; il commence alors à tourner suivant l'équation $\omega(t) = 0,40 \text{ rad/s} - (0,080 \text{ rad/s}^2)t$. Combien de temps faut-il pour qu'il s'arrête? Quelle est son accélération angulaire?

26. [II] p.305. Une bicyclette, dont les roues ont un diamètre de 61 cm, roule à 16 km/h. A quelle vitesse angulaire les roues tournent-elles? Combien de temps faut-il pour qu'elles fassent un tour?

Exercices: Inertie de la rotation / moment cinétique / dynamique de la rotation

59. [I] p.308. Deux petites fusées sont montées tangentiellement en deux points symétriques par rapport à l'axe d'un satellite artificiel cylindrique. Le satellite a un diamètre de 1,0 m et un moment d'inertie de 25 kg.m^2 autour de son axe de symétrie. Les fusées sont montées en sens opposé, développant chacune une poussée de 5,0N, pour produire un effet maximum de rotation. Quelle est l'accélération angulaire résultante quand les deux fusées agissent en même temps?

60. [c] p.308. La figure P60 montre une plaque homogène et rectangulaire de masse M. Déterminer son moment d'inertie autour d'un axe confondu avec

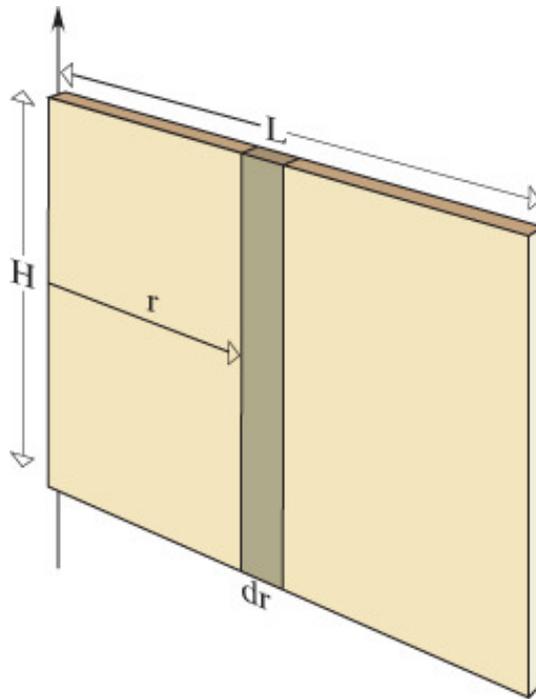


Figure P60

son côté gauche. (Suggestion: décomposer la plaque en bandes comme dans la figure).

(55.) [I] p.308. Le théorème des axes parallèles énonce que, si I_{cm} est le moment d'inertie d'un corps autour d'un axe passant par son centre de masse, le moment d'inertie I autour d'un axe parallèle au précédent est donné par $I = I_{cm} + md^2$, où m est la masse du corps et d est la distance entre les 2 axes. Utilisez ce théorème et le moment d'inertie d'une tige de longueur l autour d'un axe perpendiculaire passant par son centre de masse, $I_{cm} = (1/12)ml^2$, pour calculer son moment d'inertie autour d'un axe perpendiculaire passant par son extrémité.

66. [II] p.309. Calculez le moment cinétique orbital de Jupiter ($M_J = 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$, $r_{SJ} = 7,8 \cdot 10^{11} \text{ m}$ et $v_J = 13,1 \cdot 10^3 \text{ m/s}$) et comparez-le au moment cinétique de rotation du soleil ($M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, $R_S = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$). Pour cela on suppose que le soleil, dont l'équateur fait un tour complet en 26 jours, est une sphère rigide de densité uniforme.

67. [II] p.309. Une roue de bicyclette, de diamètre 66 cm et de masse 1,46 kg, est libre de tourner autour de son axe horizontal. Elle est soumise à un moment de force de 68 N.m. Déterminez l'accélération angulaire de la roue, en

supposant que toute sa masse est concentrée sur la jante. Que deviendrait cette accélération si la roue était pleine (faites le calcul en approximant cette fois la roue par un disque homogène) ?

Exercices: Conservation du moment cinétique

53. [I] p.307. Pour exécuter un saut périlleux, un gymnaste accroît sa vitesse angulaire d'un facteur 4,5, en prenant une posture groupée au lieu de sauter les bras tendus au-dessus de la tête. Que pouvez-vous dire de la variation de son moment d'inertie par rapport à un axe passant par son centre de masse et parallèle à la ligne qui joint ses épaules ?

73. [II] p.309. Un disque mince de masse 1,0 kg et de diamètre 80 cm est libre de tourner horizontalement autour d'un axe vertical en son centre. Le disque est initialement au repos. Une petite boule d'argile de 1,0 g est lancée à une vitesse de 10,0 m/s tangentiellement au disque. Elle vient se coller au bord du disque. Calculez le moment d'inertie autour de l'axe (a) de la boule d'argile, (b) du disque et (c) de l'ensemble boule-disque. (d) Quelle est la quantité de mouvement de l'argile avant l'impact ? (e) Quel est le moment cinétique de l'argile par rapport à l'axe juste avant l'impact ? (f) Quelle est la vitesse angulaire du disque après l'impact ?

81. [III] p.309. Un astronaute travaille à une distance de 100 m d'une station spatiale, lié à celle-ci par une corde. Il a, avec son équipement, une masse de 150 kg. Une fuite apparaît dans le tuyau d'air de son sac dorsal. L'échappement des gaz produit une poussée qui le fait tourner autour de la station avec une accélération tangentielle $a_T = 1,0 \times 10^{-3}g$. Après deux minutes, l'astronaute se rend compte de la fuite et la répare. Quelle est alors sa vitesse tangentielle autour de la station ? Il décide de rentrer à la station en se tirant à la corde à la force des bras. En supposant qu'il arrive à 5 m de distance du vaisseau, à quelle vitesse tangentielle tourne-t-il à présent ? Quelle force minimum doit-il exercer sur la corde ? Est-ce possible ?

Exercices: Dynamique de la rotation: poulies massives

82. [III] p.310. Une corde sans masse est enroulée sur un certain nombre de tours autour d'une poulie cylindrique pleine, de masse m , de rayon R . On fixe l'autre extrémité de la corde à un crochet, la poulie est tenue à la main à une certaine hauteur, maintenant la corde tendue. On libère la poulie; elle tombe alors verticalement en déroulant le fil comme un yo-yo. Quelle est son accélération linéaire en fonction de g , et quelle est la tension de la corde en fonction de m et g avant que la corde ne soit complètement déroulée ?

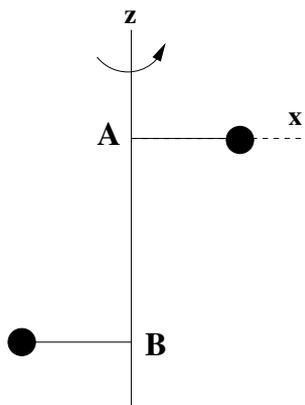
QUESTION DE L'EXAMEN DE JUIN 2005

Un mécanicien travaille sur une roue de 20 kg, d'un diamètre de 40 cm.

- Quel est le moment d'inertie de cette roue, si elle est assimilée à un disque homogène ?
- Le mécanicien constate, quand il fait tourner la roue dans le plan vertical (l'axe étant donc horizontal), qu'elle s'arrête toujours dans la même position. Que se passe-t-il ? Que peut-on dire de la position du centre de masse de la roue à ce moment-là ?
- Le mécanicien décide donc d'équilibrer la roue, en plaçant un plomb sur la jante (c'est-à-dire sur la circonférence de la roue). Comment sait-il où il doit placer le plomb ?
- Il détermine expérimentalement qu'il doit placer un plomb de 30 grammes. Comment trouve-t-il cette valeur ?
- A quelle distance de l'axe se trouvait le centre de masse de la roue ?
- De combien a été modifié le moment d'inertie de la roue ?
- Quelle proportion de l'inertie de la roue cela représente-t-il ? Comparez avec le rapport des masses, et expliquez ce que vous observez.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2006

Un axe vertical tourne à la vitesse angulaire uniforme de 30 rad/s . Deux baguettes, longues de 20 cm et de masse négligeable, sont attachées à cet axe, perpendiculairement à lui et à 180° l'une de l'autre; leurs points de fixation, A et B, sont distants de 40 cm . Chaque baguette porte à son extrémité une masse de 500 g . Déterminez le moment cinétique du système par rapport au point de fixation de la baguette la plus haute (point A). Idem par rapport à l'autre point de fixation (point B). On prendra l'axe z vertical et dirigé vers le haut, l'axe x horizontal et dirigé vers la droite, l'axe y horizontal et entrant dans la feuille.



TP de physique - séances 9 et 10

Chap 9: L'Energie, y compris les oscillations

Questions pour réfléchir:

Q6. p.349. Un travail est toujours effectué contre une résistance. Décrire les forces à vaincre dans chacun des cas suivants: (a) marteler un clou pour l'enfoncer dans un morceau de bois; (b) étirer un élastique; (c) couper un morceau de pain; (d) mettre un livre sur une haute étagère; (e) ouvrir la porte d'un réfrigérateur; (f) tirer un morceau d'adhésif d'un rouleau.

Q1. p.480. Faites un schéma d'un pendule simple et précisez les emplacements des maxima et des minima (a) de la vitesse, (b) de l'accélération, (c) de l'énergie cinétique et (d) de l'énergie potentielle.

Exercices:

2. [I] p.351. Une masse de 1,0 kg est soulevée de 10 m par une force juste supérieure à 10 N appliquée verticalement. Quel est le travail de cette force ? Supposons maintenant qu'une force de 10 N tire horizontalement sans frottement, sur la même distance de 10 m. Quel est alors le travail ? Quel est l'état final du mouvement dans chaque cas ? (Utiliser $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.)

(9.) [I] p.351. Un coureur parcourt 50 m sur une piste horizontale en 10 s à une vitesse (presque) constante. Il subit une résistance de l'air de 1,0 N. Quelle est la puissance nécessaire pour surmonter ce frottement ?

70. [I] p.354. Un jeune de 60 kg court au sommet d'une falaise à une vitesse de 5,0 m/s et saute sans se blesser dans un fleuve à 10,0 m en dessous. Avec quelle vitesse plonge-t-il dans l'eau ?

76. [I] p.355. Quelle est l'énergie potentielle d'un corps de 1,0 kg sur la surface de la Terre, si nous prenons le zéro de l'énergie potentielle à l'infini ?

20. [II] p.352. Pour faire descendre jusqu'au sol un tonnelet de bière de 50 kg d'un plateau de camion haut de 1,5 m, on le fait glisser sur une planche de 3,0 m de longueur. Quel est le travail effectué sur ce tonnelet par la pesanteur ?

(28). [II] p.352. L'oxygène que l'on respire réagit avec les graisses, les hydrates de carbone et les protéines du corps, libérant une énergie interne à un taux d'environ $2 \times 10^4 \text{ J}$ par litre. Si un homme de 70 kg a besoin d'une puissance de 77 W, même s'il dort, quelle quantité d'oxygène consomme-t-il en une heure ?

62. [II] p.354. Un objet explose en deux fragments (il peut s'agir d'un noyau atomique qui se désintègre en émettant une particule α). Montrer que le rapport des énergies cinétiques de ces fragments est égal à l'inverse du rapport de leurs masses. Ainsi la particule légère prend la plus grande partie de l'énergie cinétique.

82. [II] p.355. A quelle vitesse devrait-on lancer une sonde spatiale à partir de la surface de la Terre, pour qu'elle voyage à une vitesse de 5,00 km/s lorsqu'elle sera très loin de la planète (à une distance pratiquement infinie) ?

86. [II] p.355. Observé du hublot d'une station spatiale, un satellite de masse m_s , se déplaçant à la vitesse v_{si} , subit une collision frontale avec un petit astéroïde de masse m_a , qui était initialement au repos. Dans l'hypothèse où la collision est élastique et en négligeant leur interaction gravitationnelle mutuelle, quelles sont les vitesses finales v_{sf} et v_{af} des deux corps, exprimées en fonction de leurs masses et de v_{si} ? Quelle est leur vitesse relative avant et après la collision?

Exercices: Les oscillations

18. [I] p.483. Une masse de 5,0 kg reposant sur un sol sans frottement est attachée à l'extrémité d'un ressort de constante d'élasticité 50 N/m. Cette masse est déplacée de 10 cm en comprimant le ressort, puis lâchée sans vitesse initiale. Quelle est sa vitesse maximale ?

20. [I] p.483. Une masse de 250 g est attachée à un ressort hélicoïdal de constante d'élasticité 1000 N/m. On la fait osciller d'un mouvement sinusoïdal d'amplitude 20 cm. Déterminer l'énergie totale du système.

44. [II] p.484. Considérons un pendule simple de longueur L . Montrer que, lorsque la masse s'écarte d'un angle θ faible, elle gagne une énergie potentielle:

$$\Delta E_{PG} \approx \frac{1}{2} mgL\theta^2$$

Suggestion: $1 - \cos \theta = 2 \sin^2(\theta/2)$.

55. [cc] p.485. Etablir l'équation différentielle du mouvement harmonique

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

en utilisant la conservation de l'énergie.

QUESTIONS D'EXAMENS

1. Un camion de 7,0 tonnes arrive à la vitesse de 72 km/h au bas d'une colline de 100 m d'altitude après avoir parcouru 3,0 km depuis le sommet de la colline. Ce parcours peut-il être parcouru "en roue libre", c'est-à-dire sans utiliser le

moteur? Si oui, quelle énergie a-t-elle été dissipée sous forme de frottement (freins et frottement aérodynamiques) lors de la descente? Si non, quelle énergie minimale a-t-il fallu dépenser pour arriver au pied de la colline à cette vitesse?

2. Une pierre de 0,10 kg suspendue à une ficelle longue de 1,0 m oscille librement, en s'écartant de la verticale d'un angle maximum de 30 degrés. Un obstacle est introduit sur le trajet de la ficelle à 50 cm sous son point de fixation, et vient contrarier les oscillations.

- (a). Avant l'introduction de l'obstacle, à quelle hauteur par rapport au point le plus bas montait la pierre?
- (b). Après introduction de l'obstacle, à quelle hauteur la pierre monte-t-elle
 - du côté où la ficelle oscille librement?
 - du côté où est placé l'obstacle?
- (c). Avant l'introduction de l'obstacle, quelle était la vitesse de la pierre à la verticale du point de fixation de la ficelle?
- (d). Après l'introduction de l'obstacle, quelle est la vitesse de la pierre à la verticale du point de fixation de la ficelle
 - quand la pierre provient du côté où la ficelle se déplace librement?
 - de l'autre côté?

3. Une balle de fusil de 20 g, se déplaçant à la vitesse de 400 m/s, vient s'encastrier dans une boule de plomb de 2000 g suspendue à un fil de 2 m de long. De quelle hauteur va s'élever la boule de plomb?

4. Un bloc de 2,0 kg part du repos sur un plan incliné parfaitement lisse, à une hauteur de 40 cm au-dessus du pied du plan incliné. Il glisse ensuite sur une distance de 83 cm le long d'une surface horizontale rugueuse avant de s'arrêter. Quel est le coefficient de frottement cinétique de la surface horizontale?

5. Une balle de 20 g tirée horizontalement avec une vitesse de 200 m/s est arrêtée après avoir parcouru 20 cm dans une butte de terre humide, où elle subit une décélération uniforme. Quelle quantité d'énergie a-t-elle été transférée à la butte, et quelle force moyenne a-t-elle exercé sur la butte?

6. Un élastique long de 40 m et dont la constante de rappel est de 1600 kg/s² est accroché à un pont. Un homme de 80 kg attaché à l'élastique saute du pont.

- (a). Avec quelle vitesse touche-t-il le sol si l'élastique est accroché à une hauteur de 45 m au-dessus du sol?
- (b). A une chute libre de quelle hauteur correspondrait cette vitesse?

On néglige la taille de l'homme; on considère que l'élastique obéit à la loi de Hooke.

TP de physique - séance 11

Chap 11: Les fluides

Questions pour réfléchir: les fluides

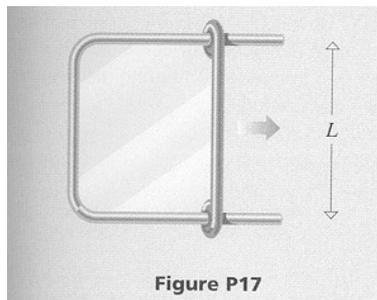
Q7. p.434. Supposons que vous soyez sur un radeau flottant sur la surface d'un grand bassin rempli d'eau. À bord, vous avez une tasse, un buste en pin d'un scientifique célèbre, une banane et une poule. Qu'arrive-t-il au niveau de l'eau dans le bassin si: (a) vous vous inclinez, remplissez une tasse d'eau et la buvez ? (b) vous lancez le buste à l'eau ? (c) vous mangez la banane ? (d) la poule s'envole ?

Q14. p.435. On sait que l'alcool et l'acétone réduisent la tension superficielle de l'eau. Faites flotter deux allumettes en bois, parallèles et séparées d'environ 2 cm, sur la surface d'un bol d'eau. Que pensez-vous qu'il arrive si vous versez très doucement une goutte d'eau entre les allumettes ? Et si vous versez une goutte d'acétone ou d'alcool ?

Exercices: Statique des fluides

1. [I] **p.438.** Une piscine large de 5 m et longue de 10 m de longueur, est remplie d'eau sur une hauteur de 3 m. Quelle est la pression au fond de la piscine, la pression atmosphérique étant égale à p_{atm} ?

17. [I] **p.439.** La figure P17 montre un fil plié en U et fermé par une tige mobile de longueur $L = 0,10$ m. On le plonge dans la glycérine dont il se forme un film à l'intérieur du rectangle. Quelle est la force requise pour tirer la tige mobile à une vitesse constante, augmentant de ce fait l'aire de la couche ? La tension de surface glycérine-air est de $63 \cdot 10^{-3}$ N/m.



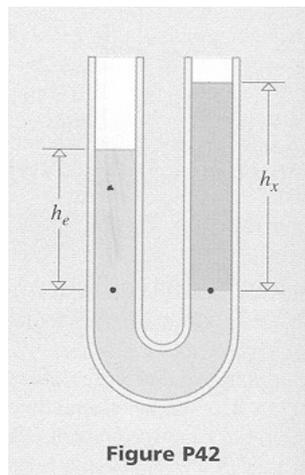
(3.) [I] **p.438.** Un réservoir d'oxygène a une pression manométrique égale à 5,00 fois la pression atmosphérique. Quelle est la force (grandeur et direction) exercée sur chaque centimètre carré de la paroi du réservoir ?

27. [II] p.439. Sachant que la plupart des gens ne peuvent pas aspirer de l'eau avec une paille plus haut qu'environ 1,1 m, quelle est la plus basse pression qu'ils peuvent créer dans leurs poumons ?

37. [II] p.440. Un sous-marin est immobile sous 20,0 m d'eau. Avec quelle force un plongeur doit-il agir contre la pression de la mer pour ouvrir une écoutille de dimensions 1,0m × 0,5m, en supposant que la pression dans le sous-marin est 90% de la pression atmosphérique ?

42. [II] p.440. Le tube en U ouvert de la figure P42 contenait de l'eau avant qu'on ne verse un liquide moins dense dans la colonne de droite. Montrer que la masse volumique ρ_x du liquide est donné par l'expression:

$$\rho_x = \frac{\rho_e h_e}{h_x}$$



Exercices: Dynamique des fluides

62. [I] p.442. Un tube est employé comme syphon pour vider un réservoir d'eau. À un moment donné, l'ouverture basse du syphon est 20 cm sous le niveau du liquide dans le réservoir. Quelle est la vitesse d'écoulement de l'eau?

(56.) [I] p.442. Un tuyau de 5,0 cm de diamètre transporte de l'essence de masse volumique $0,68 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ à une vitesse de 2,5 m/s. Calculer le débit massique, en supposant que le liquide est parfait (pas de viscosité).

69. [II] p.442. Le tube de Venturi de la figure P69 est inséré dans un oléoduc pour déterminer le débit et la vitesse d'écoulement. Les deux colonnes, insérées avant et dans l'étranglement du tube, servent de manomètres. Exprimer la vitesse d'écoulement dans l'oléoduc en fonction de Δy , différence des hauteurs du liquide dans les deux colonnes, et des sections avant et dans l'étranglement.

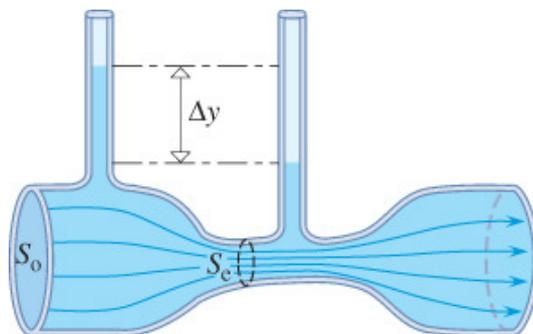


Figure P69

77. [cc] p.443. Reformulez le théorème de Torricelli pour un réservoir ouvert de superficie S_1 , contenant un liquide qui coule avec une vitesse v_2 d'un orifice d'aire S_2 situé à une profondeur h au-dessous de la surface du liquide. Montrer que

$$v_2 = \sqrt{\frac{2ghS_1^2}{(S_1^2 - S_2^2)}}, \quad \frac{dh}{dt} = v_1 = \sqrt{\frac{2ghS_2^2}{(S_1^2 - S_2^2)}}.$$

81. [III] p.443. La figure P81 montre un jet de liquide jaillissant d'un tube monté à la base d'un réservoir ouvert. Appliquer l'équation de Bernoulli entre les points 2 et 3 pour obtenir une expression de y en fonction de θ et de h . Est-ce que y peut dépasser h ?

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOÛT 2005

Dans une écluse, l'eau du compartiment central s'élève à une hauteur de 3,0 m au-dessus du niveau du bassin inférieur. A l'approche d'un bateau venant de

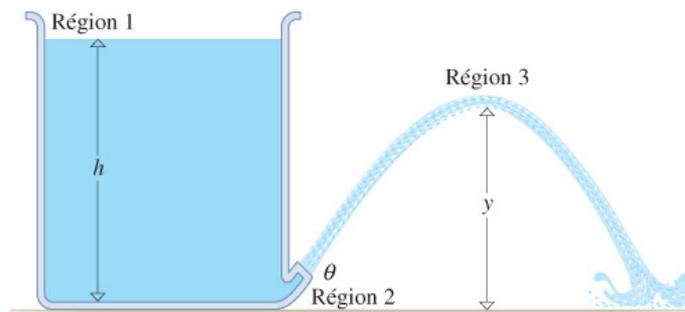


Figure P81

l'aval, on amène le niveau de l'eau du compartiment central à celui du bassin inférieur. A cet effet, on ouvre une canalisation qui débouche à 1,0 m sous le niveau de l'eau du bassin inférieur. A quelle vitesse l'eau jaillit-elle de la canalisation (au début de l'opération) ?

QUESTION DE L'EXAMEN DE JUIN 2006

Un tuyau horizontal de section circulaire de 6,0 cm de diamètre se rétrécit progressivement jusqu'à 4,0 cm. Lorsque l'eau s'écoule dans ce tuyau à une certaine vitesse, la pression manométrique aux deux sections est respectivement 32 kPa et 24 kPa. Déterminez le débit massique dans le tuyau. On considère que la masse volumique de l'eau est de 1000 kg/m^3 .

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOÛT 2006

Une bulle d'air de 5,00 mm de diamètre est émise au fond d'un étang. Arrivée à la surface, son diamètre est de 6,50 mm. Quelle est la profondeur de l'étang, sachant que la pression atmosphérique est de $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$? On considère que la masse volumique de l'eau est de 1000 kg/m^3 et que la température de l'eau est constante.

TP de Physique - séances 12 et 13

Chap 12 et 13: Les ondes et le son

Questions pour réfléchir :

Q2. p.522. En décembre 1916, un désastre majeur est survenu dans les Alpes à un contingent de l'armée autrichienne. A peine avaient-ils commencé un tir de barrage au canon, qu'une avalanche de neige se déclencha, ensevelissant des milliers de soldats. Quelles propriétés du son peut-on déduire de cet événement?

Q7. p.522. Quand une corde de guitare est pincée avec un médiateur, elle produit un son plus métallique que quand elle est pincée avec les doigts. Quand on la pince en son milieu, puis progressivement de plus en plus près d'une de ses extrémités, on obtient d'abord un son assez terne, puis plus riche, puis plus métallique. Expliquez ces observations.

Q13 p.523. Pour amplifier le son d'un diapason, on le monte sur une boîte en bois, dont l'une des faces est ouverte. Expliquez comment le son est amplifié. En quoi les boîtes d'amplification de deux diapasons, l'un de 1000 Hz et l'autre de 50 Hz, différencieront-elles ?

Exercices: Ressorts

42. [c] p.391. Un ressort a une longueur au repos égale à 10,0 cm. Lorsqu'il est soumis à une force de 40,0 N, sa longueur devient 14,0 cm. Calculez le travail nécessaire pour étirer ce ressort de 14,0 cm à 18,0 cm. [Suggestion : faites attention aux limites de l'intégrale].

43. [II] p.391. Un ressort hélicoïdal a une longueur de 55 cm s'il porte une charge de 100 N et une longueur de 57 cm s'il porte une charge de 110 N. Quelle est la constante d'élasticité de ce ressort ?

45. [II] p.391. La liaison d'un atome dans une molécule peut être modélisée par un ressort. Estimer la valeur de la constante élastique, si l'énergie potentielle emmagasinée est de $2 \text{ eV} = 3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$, lorsque l'atome est déplacé de 0,2 nm à partir de la position d'équilibre.

Exercices: Mouvement sinusoïdal

41. [II] p.484. Un bloc rectangulaire, homogène, de masse volumique ρ et de côtés a , b , c flotte, partiellement immergé dans l'eau, avec le côté de longueur b vertical. Si on le pousse un peu vers le bas puis on le lâche, il se met à osciller. Montrer que le mouvement est sinusoïdal et déterminer sa période.

Exercices: Ondes mécaniques

61. [I] p.485. La vitesse des ondes de compression dans l'eau pure est de 1498 m/s. Quelle est la longueur d'onde d'un son de 440 Hz dans l'eau ?

67. [I] p.485. La corde d'un violon a une masse linéique de 59×10^{-3} kg/m et une tension de 10 N. Quelle sera la vitesse des ondes transversales sur cette corde ?

74. [I] p.486. On définit le nombre d'onde $k = 2\pi/\lambda$, où λ est la longueur d'onde. Montrer qu'une onde sinusoïdale, qui se propage dans le sens des x positifs avec une vitesse c , peut être écrite sous la forme $\psi = A \sin[k(x - ct)]$. Montrer qu'elle peut aussi être écrite sous la forme $\psi = A \sin(kx - \omega t)$.

82. [II] p.486. Le profil d'une onde sinusoïdale transversale sur une longue corde est décrit, en unités SI, par la fonction : $y = 0,02 \sin(6,28x)$. Sachant que l'onde a une vitesse de 5,0 m/s, déterminer la vitesse transversale maximum en un point quelconque de la corde.

84. [II] p.487. Utiliser l'analyse dimensionnelle pour écrire une expression de la vitesse d'une onde de compression dans un solide. On s'attend à ce que la vitesse dépende du module de Young et de la masse volumique. Nous écrivons donc $v = KY^a \rho^b$ où a et b sont deux exposants à déterminer et K est une constante sans dimensions.

89. [II] p.487. Un télégraphe-jouet envoie des impulsions ondulatoires transversales mécaniques le long d'une corde tendue. Il opère entre deux maisons voisines en utilisant une corde de 12 m et d'un poids total de 0,20 N. Que doit être la tension de la corde pour que les signaux se déplacent au moins aussi vite que si les utilisateurs se parlaient directement? Prendre la vitesse du son dans l'air égale à 333 m/s.

Exercices: Acoustiques

1. [I] p.525. En musique, la note étalon la_3 a une fréquence de 440 Hz. Quelles sont la période et la longueur d'onde correspondantes à la température ambiante (la vitesse du son dans l'air est de 340 m/s) ?

7. [I] p.525. Une source sonore ponctuelle émet une onde de puissance 50 W dans un milieu homogène. Déterminer l'intensité du rayonnement sonore à 10 m de la source. Quelle est l'énergie reçue, en une seconde, par un petit détecteur de $1,0 \text{ cm}^2$ de surface tenu perpendiculairement à la direction de l'onde à 10 m de la source ? On négligera les pertes.

(12.) [I] p.525. L'une des caractéristiques acoustiques les plus importantes d'une pièce est son temps de réverbération. C'est le temps que met le son pour

diminuer de 60 dB. Qu'est-ce que cela signifie en termes d'intensité sonore ? Dans une salle de concert, le temps de réverbération est en général de 1 à 3 s.

26. [II] p.526. On considère une tige d'un alliage d'aluminium de longueur 10 m, de section $1,0 \text{ cm}^2$, de masse 2,7 kg et de module de Young $E = 7,0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. On frappe sur son extrémité avec une fréquence de 100 Hz. Combien de temps faut-il pour que le signal sonore atteigne l'autre extrémité de la tige, sachant que la vitesse de propagation $v = (E/\rho)^{1/2}$? Quelle sera la longueur d'onde ?

32. [II] p.526. Le niveau sonore d'un grand moteur est de 130 dB à une distance de 10,0 m. Quelle est l'intensité sonore à 100 m du moteur ?

(36.) [II] p.526. Dans une pièce, le bruit provenant d'un aspirateur est de 80,0 dB. Une personne règle un poste de radio à 65,0 dB. Quel est alors le niveau d'intensité dans cette pièce ?

Exercices: Production et propagation du son

44. [I] p.527. Deux ondes sonores de pulsations 900,0 rad/s et 896,0 rad/s se superposent. Quelle est la fréquence des battements résultants ?

48. [I] p.527. Un fil est tendu entre deux points distants de 50 cm. Quelles sont les longueurs d'ondes du mode fondamental et du second mode harmonique ?

60. [I] Un dispositif muni d'un émetteur et d'un récepteur est introduit dans une veine et émet une onde ultrasonique de 80000 Hz. L'onde se réfléchit sur les globules rouges du sang, et le récepteur capte une onde de 80020 Hz. Quelle est la vitesse du flux sanguin ? La vitesse du son dans le sang est d'environ 1,5 km/s.

(75.) [II] p.528. Une tige de cuivre de longueur 1,00 m est fortement fixée en son milieu et mise à vibrer transversalement. Sachant que $v = (E/\rho)^{1/2}$, sa masse volumique est $8,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ et son module de Young est $11 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, quelle est sa fréquence ?

74. [II] p.528. Deux petits haut-parleurs distants de 3,00 m émettent un son de fréquence constante 344 Hz (voir figure P74). On déplace un microphone le long d'une droite parallèle à la ligne S_1S_2 joignant les deux haut-parleurs et située à 4,00 m de cette ligne. On trouve deux maxima d'intensité: le premier au point O équidistant des deux haut-parleurs, et le second juste en face de l'un des haut-parleurs. Utilisant ces données, calculez la vitesse du son. [Suggestion : les ondes doivent arriver en phase pour qu'elles produisent un maximum d'interférence].

84. [III] p.529. Les deux haut-parleurs de la figure émettent des sons de même fréquence et en phase. Montrer que la distance qui les sépare doit dépasser $\frac{1}{2}\lambda$

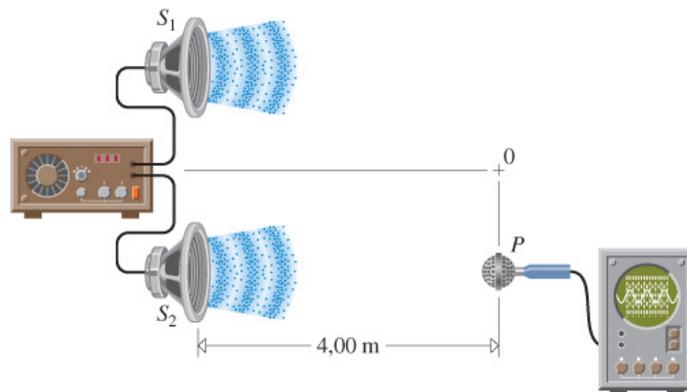


Figure P74

si l'on veut observer un minimum nul par interférence quelque part dans la zone située devant les haut-parleurs.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOÛT 2006

L'extrémité de chaque pointe d'un diapason qui vibre à une fréquence de 264 Hz se déplace de 1,5 mm de part et d'autre de sa position de repos. Calculez:

- la vitesse maximale;
- l'accélération maximale de l'extrémité de chacune des pointes du diapason.

QUESTION DE L'EXAMEN DE JANVIER 2007

Deux cordes fabriquées dans la même matière sont attachées l'une à l'autre; la deuxième a un diamètre double de celui de la première. L'extrémité libre de la première corde est soumise à un mouvement d'oscillation transverse dont la période est de 1,0 s. L'onde qui se forme dans cette corde a une longueur de 1,0 m. Quelle est la longueur de l'onde qui se forme dans la deuxième corde ?

QUESTION DE L'EXAMEN DE JUIN 2010

On accroche à un ressort, dont la constante de rappel est 15 N/m, une boule dont la masse est de 100 g.

- si on laisse le ressort s'allonger tout doucement en soutenant la boule jusqu'à la position de repos, de combien le ressort s'allongera-t-il ?
- si au contraire on accroche la boule au ressort non allongé et qu'on la lâche brusquement, jusqu'où la boule descendra-t-elle ?
- dans ce cas, en quel point l'accélération de la boule est-elle la plus grande et combien vaut-elle en ce point ?
- en quel point la vitesse de la boule est-elle la plus grande et que vaut-elle ?

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2009

Déterminez la fréquence de l'oscillation d'une pierre suspendue à une corde, l'amplitude des oscillations étant de $3,0^\circ$ et la vitesse maximum de la pierre de $0,20$ m/s. On néglige les frottements.

Suggestions pour les travaux personnels

Choisir 12 exercices parmi les suivants:

- Exercices dans le chapitre du Hecht "Le son": QCM7, QCM15, 22, 25, 26, 28, 31, 50, 68, 76
- Exercices dans le chapitre du Hecht "Oscillations et ondes": QCM2, QCM6, QCM7, QCM20, 34, 38, 40, 62, 68, 80, 88, 92

TP de physique - séances 14 et 15

Chap 25 et 26: La lumière, l'optique géométrique

Questions pour réfléchir :

Q3. p.1005. Expliquez pourquoi la distance focale d'une lentille dépend en réalité de la couleur de la lumière transmise.

Q16. p.1005. La figure Q16 représente un projecteur très simple utilisé dans les théâtres. Expliquer son rôle et son fonctionnement. Où doit être situé le filament de l'ampoule par rapport à la lentille et au miroir ?

Exercices: Diffusion, réflexion, réfraction

1. [I] p.960. Deux faisceaux de lumière, l'un rouge ($\lambda_r = 780 \text{ nm}$) et l'autre violet ($\lambda_v = 390 \text{ nm}$) traversent plusieurs centaines de mètres d'air. Quel est le rapport de la quantité diffusée du rouge à la quantité diffusée du violet ?

26. [I] p.962. Si la longueur d'onde d'une onde lumineuse dans le vide est 540 nm, quelle est sa longueur d'onde dans l'eau dont l'indice est 1,33 ?

31. [I] p.962. Un faisceau de lumière tombe sur l'interface air-liquide sous une incidence de 55° . L'angle du rayon réfracté est alors 40° . Quel est l'indice de réfraction du liquide?

34. [I] p.962. Une piscine a une profondeur de 3,00 m et une largeur de 4,00 m. Une personne couchée le long de la piscine peut-elle voir une pièce de monnaie qui aurait coulé à l'autre bord de la piscine ?

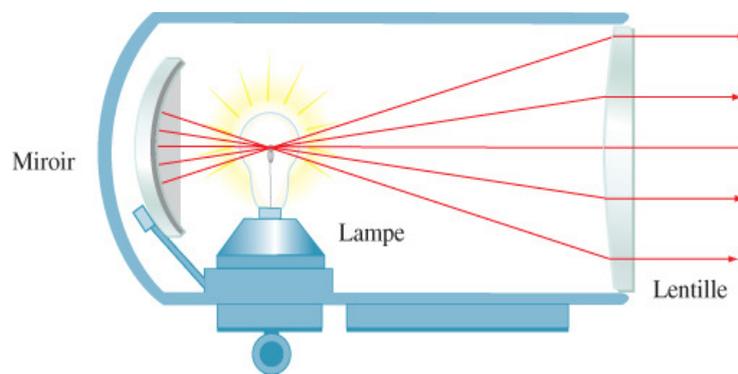


Figure Q16

51. [III] p.963. Une onde lumineuse se propage d'un point A à un point B dans le vide. Supposons qu'on insère une lame de verre d'épaisseur $L = 1,00$ mm et d'indice $n_V = 1,5$. Si la longueur d'onde dans le vide est 500 nm, quel est le nombre de longueurs d'onde qui remplissent l'espace entre A et B avec et sans la lame insérée ? Quel est le déphasage introduit lorsqu'on insère la lame ?

Exercices: Lentilles

2. [I] p.1006. Une lentille mince de verre ($n = 1,50$) est plus épaisse au centre qu'au bord. Elle a une face plate et une face de rayon de courbure 1,00 m. À quelle distance de la lentille la lumière du soleil est-elle focalisée ?

9. [I] p.1006. Une ampoule est située à 0,75 m devant une lentille convergente, mince et de distance focale 0,25 m. Décrire complètement l'image et tracer le schéma des rayons.

12. [I] p.1006. L'objectif d'un appareil photographique a une distance focale de 60,0 mm et il est à 100 mm du film. A quelle distance un insecte doit-il se trouver pour que son image soit nette?

17. [I] p.1006. Une lentille utilisée comme une loupe a un grossissement de 2 si elle est utilisée par un oeil normal détendu. Quelle est sa distance focale ?

29. [I] p.1008. Une personne portant des verres de contact de distance focale -5,0 m peut voir assez normalement. Quel est le punctum remotum de cet oeil non corrigé ?

35. [II] p.1008. En référence à la Fig. 26.6 (d), montrer que :

$$\rho \approx \frac{(h^2 - y^2)}{2R} \quad \text{et} \quad \delta \approx \frac{y^2}{2R}$$

38. [II] p.1008. Comment choisir la lentille d'un projecteur simple de diapositives de 35 mm qui donnerait une image agrandie 100 fois sur un écran situé à 10 m ?

42. [II] p.1008. La Lune est à une distance de $3,84 \times 10^8$ m de la Terre et elle a un diamètre de 0,273 fois celui de la Terre. Supposons que vous vouliez prendre une photo de la Lune avec un appareil photographique muni d'un objectif normal de 50 mm de distance focale. Quelle sera la grandeur de l'image sur le film ?

48. [II] p.1008. On dispose de deux lentilles de distances focales 2,0 cm et 2,0 mm. Comment doit-on les monter pour former un microscope pour observer,

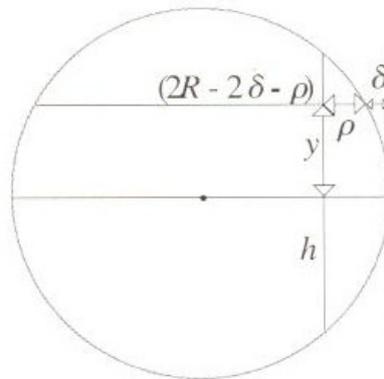


Figure 26.6 (d)

sans accommodation, un objet qui se trouve à 2,5 mm de la première lentille ? Quelle est la distance entre les lentilles ? Quel est le grossissement de cet instrument ?

51. [III] p.1009. Exprimer la distance focale (f_e) d'une lentille mince immergée dans l'eau ($n_e = 1,33$) en fonction de sa distance focale dans l'air (f_a). On suppose que la lentille est en verre d'indice $n_v = 1,5$.

Exercices: Miroirs

70. [II] p.1009. Un kératomètre est un dispositif qui permet de mesurer le rayon de courbure de l'oeil, ce qui est très utile pour concevoir des lentilles de contact sur mesure. On place un objet éclairé à une distance de l'oeil connue et on observe l'image réfléchie sur la cornée. L'instrument permet de mesurer la hauteur de l'image virtuelle. Supposons que le grandissement soit de 0,037 lorsque l'objet est à 100 mm. Quel est le rayon de courbure ?

74. [II] p.1010. Le télescope illustré dans la figure P74 est constitué de deux miroirs sphériques. Le plus grand (celui qui a un trou de autour de son sommet) a un rayon de courbure de 2,0 m et le plus petit a un rayon de 60 cm. À quelle distance du plus petit miroir faut-il placer un film pour recevoir l'image d'une étoile ? Quelle est la distance focale effective du système ?

Suggestions pour les travaux personnels

Choisir 12 exercices parmi les suivants:

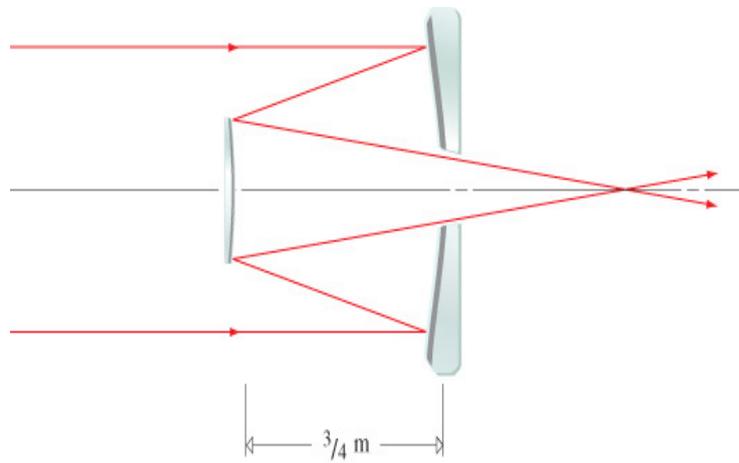


Figure Q74

- Exercices dans le chapitre du Hecht "Propagation de la lumière": numéros 33, 43, 44, 49.
- Exercices dans le chapitre du Hecht "Optique géométrique": numéros QCM10, QCM16, QCM20, 15, 21-33, 35-41, 43, 46, 47, 49-69, 71-73, 75-76.

TP de physique - séance 16

Chap 27: Optique ondulatoire

Questions pour réfléchir

Q4 p.1044. Une onde de lumière naturelle tombe sur une vitre plate sous un angle de 45° . Décrivez l'état de polarisation du faisceau réfléchi et du faisceau transmis. Comment cela changerait-il, si la lumière tombait selon l'angle de polarisation ?

Q7 p.1044. Une couche antireflet sur une vitre a une épaisseur qui correspond à un quart de longueur d'onde de la lumière rouge dans le milieu dont est constitué la couche. On a choisi l'indice de réfraction de cette couche inférieur à celui du verre. Quelle couleur est réfléchiée et quelle couleur est transmise lorsque de la lumière blanche tombe perpendiculairement sur cette couche ?

Exercices: Polarisation

6. [I] p.1047. Plusieurs substances telles que les solutions de sucre ou d'insuline sont dites optiquement actives, c'est-à-dire qu'elles font tourner le plan de polarisation de la lumière qui les traverse d'un angle proportionnel à la distance parcourue et à la concentration de la solution. On place un récipient de verre entre deux polariseurs linéaires croisés. On trouve que 50% de l'intensité de la lumière naturelle incidente sur le premier polariseur est transmise par le deuxième. De quel angle la solution a-t-elle fait tourner la polarisation de la lumière filtrée par le premier ? Ce dispositif peut être utilisé par exemple pour doser le sucre dans l'urine.

9. [I] p.1047. La lumière du ciel réfléchiée sur la surface d'un bassin d'eau ($n = 1,33$) a une intensité nulle si elle est observée au travers d'un filtre polaroïd. Sous quel angle la surface est-elle examinée ?

Exercices: Interférence

25. [I] p.1048. Une bulle de savon d'indice 1,35 paraît jaune ($\lambda = 580 \text{ nm}$) lorsqu'elle est observée verticalement d'en haut. Quelles sont les valeurs possibles de son épaisseur ?

28. [II] p.1048. Un film photographique est imprimé avec deux raies lumineuses parallèles et horizontales. Une fois la pellicule développée, ces raies sont distantes de 0,50 mm du centre au centre. Chacune a une longueur de 1,0 cm et une largeur de 0,10 mm. On les éclaire avec la lumière du soleil et

on observe l'interférence sur un écran situé à 3 m. Toutes les franges sont alors colorées sauf la frange centrale. La frange violette du premier ordre apparaît à une distance de 2,40 mm de l'axe. Quelle est sa longueur d'onde ?

37. [III] p.1048. On place une boîte rectangulaire en verre de longueur interne 10,0 cm dans l'un des bras d'un interféromètre de Michelson, éclairé avec une lumière de 600 nm. Si l'indice de réfraction de l'air est 1,00029 et que tout l'air est progressivement pompé de la boîte, combien de paires de franges, brillantes et sombres, passent devant le réticule du détecteur pendant le pompage ?

38. [III] p.1048. Considérez l'expérience de Young. Etablissez l'expression du déplacement vertical de la frange brillante de l'ordre m , si l'on place une lame mince à faces parallèles d'épaisseur e en verre d'indice n directement devant l'une des fentes. Précisez vos hypothèses.

Exercices: Diffraction

49. [I] p.1049. Un réseau de diffraction produit un maximum de second ordre en lumière jaune ($\lambda = 550$ nm) à 25° . Déterminez la distance entre les lignes.

51, 52 et 53. [I] p.1049. Le télescope du mont Palomar a pour objectif un miroir de 508 cm de diamètre. Déterminez sa limite angulaire de résolution pour une longueur d'onde de 550 nm. Quelle est la distance minimale entre deux points visibles à la surface de la Lune pour qu'ils puissent être distingués (distance Terre-Lune = $3,844 \times 10^8$ m) ? Et pour l'oeil dont le diamètre de la pupille est de 4,00 mm ?

60. [II] p.1050. On éclaire en lumière solaire un réseau de diffraction par transmission de 5000 lignes/cm. Le spectre du troisième ordre recouvre-t-il le spectre du deuxième ordre ? On prendra le rouge à 780 nm et le violet à 390 nm.

Suggestions pour les travaux personnels

Choisir 12 exercices parmi les suivants dans le chapitre du Hecht sur l'optique ondulatoire: 2-5, 7, 8, 13-24, 26, 27, 29-31, 35, 36, 39, 43-48, 50, 54-58.

Physique générale – PHYS-F-104
Interrogation du 30 octobre 2004

I. Théorie

1. Exprimez les unités des grandeurs suivantes en utilisant les unités fondamentales du Système international (7 points) :

- a. poids
- b. coefficient de frottement cinétique
- c. vecteur vitesse
- d. moment d'une force de frottement
- e. dérivée par rapport au temps d'une accélération ...
- f. un Newton
- g. quantité de mouvement

2. Quelle est la masse d'un astronaute de 80 kg sur une planète où la pesanteur est 1,5 fois la pesanteur sur Terre ? Justifiez votre réponse. (2 points)

3. Que vaut le moment d'une force centripète par rapport au centre de rotation ? Justifiez votre réponse. (2 points)

4. Qu'est-ce que la force de Coriolis ? A quoi est-elle due ? Donnez deux de ses manifestations. (4 points)

5. Une pierre de masse m attachée à une corde de longueur L tourne dans le plan vertical autour d'un point O avec une vitesse angulaire ω . Déterminez la tension dans la corde en fonction de l'angle θ qu'elle fait avec la verticale. Quelle est la condition pour que la corde reste tendue tout au long de la trajectoire ? (5 points)

II. Exercices

1. Claude (25 kg) et Dominique (20 kg) sont assis aux deux extrémités d'une balançoire longue de 4,5 m (dont on néglige le poids).

Faites un schéma indiquant toutes les forces agissant sur la balançoire et donnez leurs valeurs numériques.

Si la balançoire est à l'équilibre, à quelle distance du pivot Claude est-il assis ?

(5 points)

2. Une malle de 200 kg est traînée sur le sol à vitesse constante, en exerçant sur elle une force horizontale de 200 N.

a) Que vaut le coefficient de frottement entre le sol et la malle ?

b) Quelle force faut-il exercer pour tirer deux malles identiques à la même vitesse, si elles sont attachées l'une derrière l'autre ?

c) idem, si elles sont posées l'une sur l'autre ?

d) Quelle force faut-il exercer pour tirer deux malles identiques à une vitesse double, si elles sont attachées l'une derrière l'autre ?

(5 points)

3. Alors qu'il lui reste de l'air pour 10 minutes, un cosmonaute de 100 kg, qui a emporté hors de la station une trousse à outils de 2,0 kg, se rend compte avec effroi que ses rétrofusées ne répondent plus.

Que doit-il faire pour rejoindre la station par ses propres forces avant d'avoir épuisé ses réserves d'air si, au moment où il se rend compte de l'accident, il est éloigné de la station de 60 m et

a) s'il se déplace dans l'espace à la même vitesse que la station ;

b) s'il s'en éloigne lentement à la vitesse de 0,36 km/h.

Soyez complets et précis dans vos réponses !

(5 points)

4. Le « Rotor » de la Foire du Midi est un manège cylindrique, qui peut atteindre une vitesse d'un tour par seconde. La paroi verticale est en bois ; on considère que le coefficient de frottement statique entre les vêtements des passagers et le bois est de 0,20.

On veut pouvoir escamoter le plancher quand le « Rotor » tourne à pleine vitesse, sans danger pour les passagers.

Questions :

a) les dimensions du « Rotor » doivent-elle obéir à certaines conditions ? si oui, lesquelles ?

b) y a-t-il une condition sur le poids maximum des passagers ? si oui, laquelle ?

(5 points)

PHYS-F-104
Interrogation du 5 novembre 2005

1. Du haut d'une tour, on laisse tomber à la verticale un boulet de 10 kg, et simultanément on lance à l'horizontale une pierre de 0,5 kg. Lequel des deux objets arrivera-t-il au sol le premier ? Pourquoi ? (On néglige tous les frottements). (3 points)

2. Soit un corps animé d'un mouvement rectiligne dont l'accélération s'exprime en fonction du temps selon la loi empirique : $a = C t + D$
a. Quelles sont les unités de C et D, exprimées dans le système international ?
b. Quelle est la loi donnant la vitesse en fonction du temps ? (4 points)

3. Définir le moment d'une force par rapport à un point (définir chacune des grandeurs utilisées). Dans quelles unités s'exprime le moment d'une force ? (4 points)

4. Un avion volant horizontalement à la vitesse constante de 700 km/h lâche une bombe. Peut-on calculer à quelle vitesse l'ombre de la bombe se déplace sur le sol ? Si oui, que vaut-elle ? (on néglige les frottements sur la bombe) (3 points)

5. Une pierre de 10 kg est suspendue par une corde au toit d'un ascenseur. Quelle est la tension dans la corde pour chacun des cas suivants :
a. l'ascenseur est à l'arrêt ;
b. l'ascenseur part vers le haut avec une accélération de 2 m s^{-2} ;
c. le câble soutenant l'ascenseur casse, et celui-ci tombe en chute libre.
La corde est supposé sans masse et inextensible ; on néglige les frottements. (3 points)

6. Une voiture arrive à la vitesse v dans une courbe formant un arc de cercle de rayon R . Si la route est verglacée et que tous les frottements sont nuls, quelle doit être l'inclinaison de la route pour que la voiture ne la quitte pas ? (4 points)

II. Exercices (20 points – 1 h.)

1. Un boulet de canon est tiré du pont d'un navire, situé 5,0 m au-dessus du niveau de la mer, avec une vitesse de 40 m/s et à un angle de 30° par rapport à l'horizontale.

A quelle distance du navire le boulet touchera-t-il la mer ?

(5 points)

2. Un avion décrit dans le plan vertical un looping selon une trajectoire circulaire. Alors que le pilote, de 80 kg, est au sommet de sa trajectoire, la tête en bas, la vitesse de l'avion est de 360 km/h., et la force que le pilote exerce sur son siège est $1/3$ de son poids. Quel est le rayon de la trajectoire ?

(5 points)

3. Un bloc de 20 kg est lâché sur un plan incliné à 30° , sans frottement, à partir d'un point situé à une hauteur de 5 m au-dessus du pied du plan.

Quelle distance parcourt-il au pied du plan incliné sur une surface horizontale avec laquelle le coefficient de frottement cinétique est 0,2 ?

(5 points)

4. Un mobile a la structure décrite ci-dessous. Une masse de 100 g est suspendue en J. Quelles masses doivent être accrochées en H et en I pour équilibrer le mobile ? (on néglige les masses des éléments de structure).

(5 points)

PHYS-F-104
Physique
Interrogation du 03-11-2007

1. Un objet tiré par une force de grandeur F est en mouvement sur une surface horizontale.

Quelle est la force de frottement qui s'exerce sur cet objet

a. quand la traction est horizontale et que le mouvement est uniforme ?

b. quand la force de traction fait avec l'horizontale un angle θ , si la masse du corps est m et le coefficient de frottement cinétique μ_c ?

2. Comment peut-on mesurer au laboratoire la constante de Newton ?

3. Etablissez (c.-à-d. « démontrez ») la troisième loi de Kepler (relation entre la période T de rotation de la planète autour du Soleil et le rayon R de son orbite), dans l'approximation où la trajectoire est circulaire.

4. La phrase suivante peut être soit correcte, soit incorrecte, selon le sens donné aux mots : « L'accélération d'un corps est égale à la variation par rapport au temps de sa vitesse ». Expliquez comment il faut entendre cette phrase pour qu'elle soit correcte.

5. Un bloc de 20 kg se met à glisser depuis le sommet d'un plan incliné à 30° par rapport à l'horizontale, long de 2,0 m et pour lequel le coefficient de frottement cinétique est de 0,30.

Arrivé au pied du plan incliné, il parcourt une distance de 6 m sur un sol horizontal parfaitement lisse.

Il se trouve alors devant un autre plan incliné, identique au premier. Quelle distance parcourra-t-il sur ce deuxième plan incliné avant de s'arrêter ?

PHYS-F-104
Physique
Interrogation du 31-10-2008
I. Théorie (10 points – 40 min.)

1. En partant de la définition de la vitesse, démontrez dans le cas d'un mouvement circulaire que la vitesse est tangente à la trajectoire.
(3 points)

2. Démontrez la loi de Kepler portant sur la relation entre la période et le rayon de la trajectoire (supposée circulaire) d'une planète.
(2 points)

3. a. On déplace un meuble à vitesse constante sur le sol. Faut-il tirer plus fort pour vaincre le frottement si la vitesse est plus élevée ? Pourquoi ?

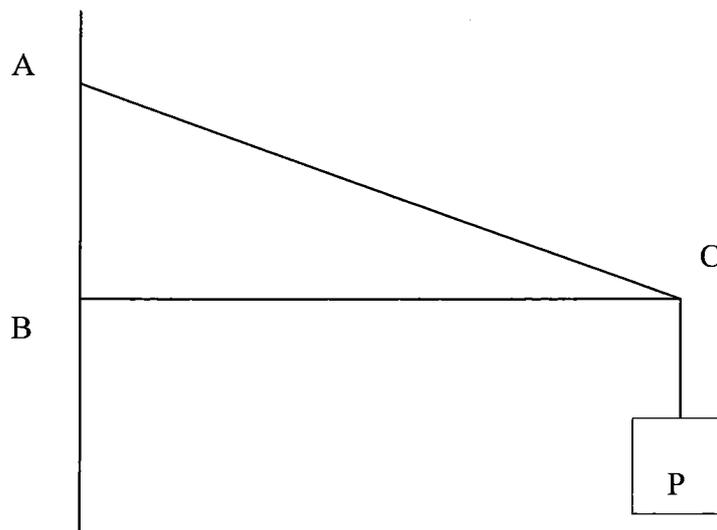
b. Pour un meuble deux fois plus lourd que le précédent, faut-il tirer deux fois plus fort pour le déplacer à la même vitesse constante ? Pourquoi ?

c. Le meuble est initialement immobile, puis on le met en mouvement avec une force constante. Pour atteindre une vitesse plus élevée, faut-il nécessairement tirer avec une force plus grande ? Expliquez.

(3 points)

4. Décrivez les forces exercées par le mur AB pour que le dispositif suivant soit à l'équilibre, un poids P étant accroché en C et la direction BC étant perpendiculaire au mur AB. Indiquez s'il faut que les liaisons soient des cordes ou des poutres.

(2 points)



II. Exercices (10 points – 1 heure)

1. Une balle de 30 g frappe un bloc de bois de 10 kg placé sur une surface horizontale et s'y encastre. Sous le choc, le bloc se déplace de 3,0 m. Le coefficient de frottement cinétique entre le bloc et la surface étant de 0,28, quelle était la vitesse de la balle au moment du choc ?

(on néglige les effets de la déformation du bloc sous l'impact)

(3 points)

2. Placée au niveau du sol, une bombarde du XVIème siècle est capable de lancer des boulets de 80 kg à 60m (portée maximale).

Si elle est installée en haut d'une tour de 30m, quelle distance atteindra-t-elle si elle tire sous un angle de 35° par rapport à l'horizontale ?

(on néglige les frottements de l'air, ce qui est une très mauvaise approximation !)

(4 points)

3. Un manège fait 12 tours par minute. Une personne située à 4,0 m du centre lance une balle vers l'avant, dans la direction perpendiculaire à celle du centre du manège. Au moment du lancer, la vitesse de la balle par rapport à la personne est de 3,0 m/s.

Donnez la vitesse de la balle pour un observateur situé à l'extérieur du manège.

(3 points)

PHYS-F-104
Physique
Interrogation du 28 octobre 2009
I. Théorie (10 points – 40 minutes)

1. L'accélération d'un corps en mouvement rectiligne est donnée par la loi suivante :

$a = A t + B$, où A et B sont des constantes

a. Quelles sont les unités de A et B ?

b. Quelle est la loi donnant la distance parcourue en fonction du temps ?

(2 points)

2. Il existe des mouvements pour lesquels la vitesse est constante mais l'accélération ne l'est pas. Donnez l'exemple d'un tel mouvement, en définissez très précisément ce qu'il faut entendre ici par « vitesse » et par « accélération ».

(2 points)

3. Etablissez la relation entre le rayon R de l'orbite et la période T de rotation d'une planète autour du Soleil, en supposant les orbites circulaires.

(2 points)

4. Donnez l'expression (« formule ») de la force de frottement entre solides et justifiez-la par les lois empiriques sur lesquelles elle est basée (expliquez en détail).

(2 points)

5. Énoncez les trois lois de Newton pour la mécanique (ne donnez pas seulement leur « titre », mais énoncez leur contenu).

(2 points)

II. Exercices (10 points – 1 heure 15 minutes)

1. Une fusée de 7200 kg (carburant compris) se déplace à la vitesse de 1500 m/s.

On décide de modifier sa trajectoire d'un angle de $1,00^\circ$, en allumant brièvement les moteurs. Les tuyères sont orientées de manière telle que les gaz de combustion soient expulsés perpendiculairement à la direction initiale, à la vitesse de 2400 m/s.

Quelle quantité de gaz faut-il brûler ?

(4 points)

2. Deux personnes qui pèsent 750 N chacune sont à bord d'une barque dont la masse est de 80 kg. La barque se déplace à la vitesse de 0,50 m/s, en faisant un angle de 45° par rapport à la rive ; il n'y a pas de courant. Au moment où la barque est éloignée de la rive de 50 cm, un retardataire pesant 700 N arrive en courant à 18 km/h et saute sur la barque, dans la direction du mouvement de celle-ci. En négligeant les frottements, à quelle distance de la rive la barque sera-t-elle 5 s après le saut du retardataire ?

(3 points)

3. Une certaine corde casse si on y suspend un objet dont la masse est supérieure à 8,00 kg.

On accroche à l'extrémité de cette corde, longue de 1m, une pierre de 1,00 kg, que l'on fait tourner dans le plan vertical. La corde risque-t-elle de casser ? Si oui, dans quelles circonstances exactement ? Si non, pourquoi ?

(3 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 17 janvier 2005

I. Théorie (20 points)

1. Définissez (au moyen de formules impliquant d'autres grandeurs physiques) et donnez les unités dans le Système international de (6 points)

- moment cinétique d'un point matériel
- moment d'inertie d'un système
- module de Young
- quantité de mouvement

2. Exprimez la vitesse de propagation d'une onde en fonction de sa fréquence (et éventuellement d'autres grandeurs physiques) (2 points)

3. Énoncez les lois de la statique pour un système de points matériels ; définissez les symboles que vous utilisez. (4 points)

4. Énoncez la loi de Hooke, et établissez la forme de l'énergie potentielle d'un ressort obéissant à loi de Hooke ; définissez les symboles que vous utilisez. (3 points)

5. Établissez l'équation de continuité pour un fluide non visqueux et incompressible ; définissez les symboles que vous utilisez. (2 points)

6. Expliquez, au choix, l'effet de la direction du vent ou l'effet du gradient de température de l'air sur la propagation des sons ; comment appelle-t-on le phénomène physique ? (3 points)

II. Exercices (20 points)

1. Une masse de 10,0 g, tourne dans le plan horizontal. Elle est attachée au bout d'une fil sans masse, qui s'enroule autour d'un mince axe vertical .

Si la rotation s'effectue en 2,00 secondes quand la masse est distante de l'axe de 1,00 m, quelle est la vitesse (scalaire) de la masse quand cette distance n'est plus que de 10,0 cm ? Justifiez.

(4 points)

2. Une échelle de longueur L et de masse négligeable est posée sur un plancher rugueux, de coefficient de frottement statique μ , et appuyée contre un mur parfaitement lisse ; elle fait un angle θ avec la verticale.

Une personne de masse m monte l'échelle.

Représentez sur un schéma les forces qui agissent sur l'échelle ; justifiez.

Jusqu'à quelle fraction x de la longueur L la personne peut-elle monter sans que l'échelle ne glisse ?

(4 points)

3. Une bille de masse m est accrochée à un fil de longueur L accroché à un clou.

Le fil est écarté de la verticale, jusqu'à ce que la bille atteigne la hauteur h par rapport au point le plus bas ; elle est alors lâchée.

Au point le plus bas, la bille cogne une autre bille, de même masse et pendue à un fil de même longueur attaché au même clou. Le choc est parfaitement élastique.

Après le choc, à quelles hauteurs s'élèvent les deux billes ? Justifiez.

(4 points)

4. Un camion de 7,0 tonnes arrive à la vitesse de 72 km/h au bas d'une colline de 100 m d'altitude, après avoir parcouru 3,0 km depuis le sommet de la colline.

Ce parcours peut-il être parcouru « en roue libre », c'est-à-dire sans utiliser le moteur ?

Si oui, quelle énergie a-t-elle été dissipée sous forme de frottements (freins et frottements aérodynamiques) lors de la descente ?

Si non, quelle énergie minimale a-t-il fallu dépenser pour arriver au pied de la colline à cette vitesse ?

(3 points)

5. Un liquide, supposé non visqueux et incompressible, est contenu dans un récipient cylindrique, ouvert à l'air libre et posé sur le sol.

Deux trous sont percés l'un au-dessus de l'autre dans la paroi latérale du récipient, respectivement aux hauteurs y_1 et y_2 par rapport au sol. Le liquide atteint la hauteur h au-dessus du trou supérieur (y_2).

Le liquide s'échappe horizontalement des deux trous, et les deux jets atteignent le niveau du sol à la même distance d du bord inférieur du récipient.

Déterminez la hauteur h du liquide au-dessus du trou supérieur.

(5 points)

PHYS-F-104
Examen du 6 juin 2005

I. Théorie (20 points – 1 heure)
II. Exercices (20 points – 2 heures)

I. THEORIE

1. a. Définissez le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe de rotation ; définissez les symboles que vous utilisez.
b. Calculez le moment d'inertie d'une tige homogène de masse M et de longueur L pivotant autour de l'une de ses extrémités.
c. idem pour une rotation autour de son centre.
(4 points)
2. Etablissez la formule de l'effet Doppler pour un observateur immobile par rapport au milieu dans lequel le son se propage.
(3 points)
3. Un objet de masse m est accroché à un ressort de constante de rappel k obéissant à la loi de l'oscillateur harmonique. Etablissez l'équation du mouvement de l'objet. Donnez la fréquence ν de l'oscillation.
(4 points)
4. Expliquez pourquoi le toit en tissu d'une voiture décapotable se gonfle vers l'extérieur quand elle roule à grande vitesse.
(2 points)
5. Une sphère se met à rouler sans glisser le long d'un plan incliné.
 - a. Peut-on supposer que le plan incliné est parfaitement lisse et pourquoi ?
 - b. Le temps mis pour atteindre le bas du plan incliné est-il plus court, le même ou plus long que pour un objet de même masse, partant de la même hauteur et glissant sans frottement le long d'un plan incliné de même pente ? (nécessité de justifier la réponse)
 - c. Expliquez si la vitesse atteinte au bas du plan incliné est plus petite, la même ou plus grande que pour un objet de même masse glissant sans frottement le long d'un plan incliné de même pente ? (nécessité de justifier la réponse)
(3 points)
6. Une pierre de 0,10 kg suspendue à une ficelle longue de 1,0 m oscille librement, en s'écartant de la verticale d'un angle maximum de 30 degrés.
Un obstacle est introduit sur le trajet de la ficelle à 50 cm sous son point de fixation, et vient contrarier les oscillations.
 - a. avant l'introduction de l'obstacle, à quelle hauteur par rapport au point le plus bas montait la pierre ?

- b. après introduction de l'obstacle, à quelle hauteur la pierre monte-t-elle**
- du côté où la ficelle oscille librement ?
- du côté où est placé l'obstacle ?
- c. avant l'introduction de l'obstacle, quelle était la vitesse de la pierre à la verticale du point de fixation de la ficelle ?**
- d. après introduction de l'obstacle, quelle est la vitesse de la pierre à la verticale du point de fixation de la ficelle**
- quand la pierre provient du côté où la ficelle se déplace librement ?
- de l'autre côté ?
- Justifiez toutes vos réponses.**
(4 points)

II. EXERCICES

1. Une balle de fusil de 20 g, se déplaçant à la vitesse de 400 m/s, vient s'encastrer dans une boule de plomb de 2000 g suspendue à un fil de 2 m de long.

De quelle hauteur va s'élever la boule de plomb ?

(4 points)

2. Un mécanicien travaille sur une roue de 20 kg, d'un diamètre de 40 cm.

a. Quel est le moment d'inertie de cette roue, si elle est assimilée à un disque homogène ?

b. Le mécanicien constate, quand il fait tourner la roue dans le plan vertical (l'axe étant donc horizontal), qu'elle s'arrête toujours dans la même position. Que se passe-t-il ?

Que peut-on dire de la position du centre de masse de la roue à ce moment-là ?

c. Le mécanicien décide donc d'équilibrer la roue, en plaçant un plomb sur la jante

(c'est-à-dire sur la circonférence de la roue). Comment sait-il où il doit placer le plomb ?

d. Il détermine expérimentalement qu'il doit placer un plomb de 30 grammes. Comment trouve-t-il cette valeur ?

e. A quelle distance de l'axe se trouvait le centre de masse de la roue ?

f. De combien a été modifié le moment d'inertie de la roue ?

g. Quelle proportion de l'inertie de la roue cela représente-t-il ? Comparez avec le rapport des masses, et expliquez ce que vous observez.

(4 points)

3. Un bloc de 2,0 kg part du repos sur un plan incliné parfaitement lisse, à une hauteur de 40 cm au-dessus du pied du plan incliné. Il glisse ensuite sur une distance de 83 cm le long d'une surface horizontale rugueuse avant de s'arrêter. Quel est le coefficient de frottement cinétique de la surface horizontale ?

(4 points)

4. L'amplitude angulaire d'un pendule est de 0,15 rad et sa vitesse au point le plus bas est de 0,68 m/s. Quelle est sa période d'oscillation ?

(4 points)

5. Une scie circulaire de 18,0 cm de diamètre part du repos et atteint 5300 tours/min en 1,50 s.

Quelle est son accélération angulaire, supposée constante ?

Calculez le vecteur accélération d'un point de la circonférence après 1,00 s ?

Quelle est la direction du vecteur accélération d'un point de la circonférence quand la scie a atteint un régime de vitesse angulaire constante ?

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 18 août 2005
I. Théorie (20 points – 1 heure)

- 1. Énoncez sous forme d'une formule la loi de la gravitation de Newton. Définissez les symboles utilisés et donnez leurs unités dans le système international. (5 points)**

- 2. Expliquez pourquoi la section du jet d'eau qui s'écoule (verticalement, vers le bas) d'un robinet diminue lorsque la distance au robinet augmente. (3 points)**

- 3. Énoncez les lois empiriques du frottement cinétique pour le cas corps solide contre corps solide. Exprimez-les au moyen d'une formule unique, en montrant comment celle-ci exprime les lois que vous avez formulées. (5 points)**

- 4. La machine d'Atwood consiste en un système de deux masses, m_1 et m_2 , accrochées aux deux extrémités d'un fil (inextensible et de masse négligeable) passant sur une poulie. En négligeant tous les effets autres que la gravitation, exprimez l'accélération de la masse m_1 en fonction de m_1 , m_2 et g (l'accélération de la gravitation). Discutez le résultat obtenu (décrire qualitativement, discuter les cas particuliers utiles pour les valeurs des masses). (5 points)**

- 5. On se réfère à la question précédente (machine d'Atwood). En réalité, même si tous les frottements sont négligeables, la valeur mesurée pour l'accélération de la masse m_1 est différente de la valeur calculée ci-dessus. Pourquoi ? (2 points)**

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Une grenade suspendue à un fil explose en trois fragments.

Le premier fragment, qui a une masse de 40 grammes, part horizontalement vers la gauche avec une vitesse de 100 m/s.

Le deuxième, d'une masse de 80 g, part horizontalement vers la droite en faisant un angle de 60° (compté dans le sens trigonométrique) avec la direction du premier, également avec une vitesse de 100 m/s.

La masse du troisième fragment étant de 40 grammes, quelles sont la grandeur de sa vitesse et sa direction ?

(4 points)

2. Une latte homogène de 30 cm de long et pesant 60 g est posée sur une table, perpendiculairement au bord ; elle dépasse le bord de la table de 10 cm. Une gomme de 40 g est posée sur la latte, du côté du vide.

Faites un schéma représentant l'ensemble des forces s'exerçant sur la latte et calculez leur valeur.

A quelle distance maximale du bord de la table peut être posée la gomme pour que la latte ne tombe pas ?

(Indication : considérez le cas limite où il faut éviter la rotation de la latte autour du bord de la table)

(4 points)

3. Une balle de 20 g tirée horizontalement avec une vitesse de 200 m/s est arrêtée après avoir parcouru 20 cm dans une butte de terre humide, où elle subit une décélération uniforme.

Quelle quantité d'énergie a-t-elle été transférée à la butte, et quelle force moyenne a-t-elle exercé sur la butte ?

(4 points)

4. Un élastique long de 40 m et dont la constante de rappel est de 1600 kg s^{-2} est accroché à un pont. Un homme de 80 kg attaché à l'élastique saute du pont.

a. Avec quelle vitesse touche-t-il le sol si l'élastique est accroché à une hauteur de 45 m au-dessus du sol ?

b. A une chute libre de quelle hauteur correspondrait cette vitesse ?

(on néglige la taille de l'homme ; on considère que l'élastique obéit à la loi de Hooke)

(4 points)

5. Dans une écluse, l'eau du compartiment central s'élève à une hauteur de 3,0 m au-dessus de la surface de l'eau du bassin inférieur.

A l'approche d'un bateau venant de l'aval, on amène le niveau de l'eau du compartiment central à celui du bassin inférieur.

A cet effet, on ouvre la vanne d'une canalisation qui débouche à 1,0 m sous le niveau de l'eau du bassin inférieur.

A quelle vitesse l'eau jaillit-elle de la canalisation (au début de l'opération) ?

**(On négligera les effets de viscosité et la vitesse avec laquelle le niveau d'eau baisse dans le compartiment central).
(4 points)**

PHYS-F-104
Examen du 12 janvier 2006
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Soit un mouvement défini par l'équation $y = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Établissez l'équation différentielle de son mouvement (équation liant y et ses dérivées première et / ou seconde par rapport au temps).

(3 points)

2. Un cycliste qui roule à vitesse constante sur une route horizontale laisse tomber une balle, qui rebondit de manière parfaitement élastique sur le sol.

a. A quelle hauteur la balle va-t-elle revenir ? Justifiez.

b. Décrivez et représentez (en justifiant) la trajectoire du cycliste et celle de la balle dans le plan vertical, telle qu'elles sont vues par un observateur se déplaçant parallèlement au cycliste et à la même vitesse que lui.

c. idem, pour un observateur immobile au bord du chemin.

On néglige tous les frottements.

(3 points)

3. a. Quelles sont les dimensions d'un moment d'inertie ?

b. Calculez le moment d'inertie d'un disque homogène de masse M et de rayon R en rotation autour d'un axe perpendiculaire à sa surface et passant par son centre.

c. Quel est, comparé au précédent, le moment d'inertie d'un deuxième disque, de même diamètre que le premier, fabriqué dans le même matériau, et ayant une épaisseur double ? (justifiez)

d. Quel est, comparé au premier, le moment d'inertie d'un troisième disque, de même épaisseur que le premier, fabriqué dans le même matériau, et ayant un diamètre double ? (justifiez)

(4 points)

4. Supposez un tunnel traversant la Terre de part en part, en passant par son centre. Un objet massif est lâché (sans vitesse initiale) à l'une des extrémités du tunnel.

a. à quelle force l'objet est-il soumis quand il arrive au centre de la terre ? (justifiez)

b. la vitesse de l'objet s'annulera-t-elle quelque part ? où ? (justifiez)

c. où sa vitesse sera-t-elle la plus grande ? (justifiez)

d. où son accélération sera-t-elle la plus grande ? (justifiez)

(La Terre est supposée parfaitement sphérique et homogène ; pas de frottements)

(4 points)

5. Sous l'effet d'une force horizontale F , un objet de masse m se déplace à vitesse constante sur une surface horizontale avec laquelle il a des frottements.

a) Quelle force faut-il exercer pour tirer à la même vitesse deux objets identiques attachés l'un derrière l'autre ? justifiez

b) idem, si les deux objets sont posés l'un sur l'autre ? justifiez

c) Quelle force faut-il exercer pour tirer l'objet à une vitesse double ? justifiez

(3 points)

6. Énoncez les trois lois de Newton de la mécanique.

(3 points)

II. Exercices (20 points – 1 heure 40 minutes)

1. Une personne a lâché un pétard du haut d'une tour, et l'a entendu exploser 5,00 s plus tard. La vitesse du son étant de 330 m/s et l'accélération de la gravitation $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, de combien était tombé le pétard avant d'exploser ? (négligez les frottements).

(4 points)

2. Une voiture de 1600 kg roulant à 40 km/h entre en collision frontale sur une plaque de verre avec une autre voiture, de 1200 kg et roulant à 80 km/h. Les deux voitures s'enchevêtrent l'une dans l'autre. Quel est leur mouvement après la collision ?

(4 points)

3. Un élastique long de 40m s'allonge de 1,0 mètre lorsqu'une charge de 160 kg y est suspendue.

L'élastique est accroché à un pont. Un homme de 80 kg attaché à l'élastique se laisse tomber du pont.

Quelle est la hauteur minimale à laquelle doit être accroché l'élastique pour que l'homme ne touche pas le sol ?

(on néglige la taille de l'homme et tous les frottements ; on considère que l'élastique obéit à la loi de Hooke)

(4 points)

4. De l'eau s'écoule à la vitesse de 1,0 m/s dans un tuyau d'arrosage de 2,0 cm de diamètre. Elle en sort par un bec dont l'ouverture est de 0,50 cm de diamètre, et qui est dirigé verticalement. Si on néglige les frottements, à quelle hauteur le jet peut-il monter ?

(4 points)

5. Un cylindre de 10 cm de diamètre, de 50 cm de longueur et de masse volumique $5,0 \text{ kg/dm}^3$ est disposé horizontalement et peut tourner librement autour de son axe.

Un objet de 10 kg est accroché à une corde enroulée autour de ce cylindre.

Quelle est l'accélération avec laquelle tombe l'objet sous l'effet de la gravitation ?

On considère que la corde est inextensible ; on néglige sa masse ainsi que tous les frottements.

(4 points)

PHYS-F-104
Examen du 6 juin 2006

I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Définissez :

- a. moment d'une force**
 - b. moment d'inertie d'un système de points matériels**
 - c. moment cinétique d'un système de point matériels**
(définissez les quantités utilisées)
- (6 points)**

2. Démontrez que si un corps sur lequel s'appliquent 3 forces extérieures, situées dans un même plan et non parallèles, est au repos, alors ces forces sont concourantes.
(3 points)

3. Etablissez la forme de l'énergie potentielle gravitationnelle pour un champ gravitationnel newtonien (variable).
(4 points)

4. Supposez que la distance parcourue par un corps dans un certain milieu soit donné, en fonction du temps, par la relation

$$l(t) = (at^2 + bt)^{1/2} + l_0 \quad \text{où } l_0 \text{ est une constante}$$

- a. quelles sont, dans le Système international, les unités de a , b et l_0 ?**
 - b. exprimez la vitesse du corps en fonction du temps.**
- (3 points)**

5. Etablissez l'équation de continuité pour un fluide non visqueux et incompressible.
(définissez les quantités utilisées)
(4 points)

II. Exercices (20 points – 1 heure 40 minutes)

1. Quelle est la quantité d'énergie nécessaire pour que le rotor d'une centrifugeuse dont le moment d'inertie est de $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ kg m}^2$ passe de 0 à 10 000 tours / minute ?
(on suppose qu'il n'y a pas de pertes d'énergie par frottements)

(4 points)

2. Une caisse de 200 kg tombe d'un camion qui descend à la vitesse de 72 km/h une route inclinée de 10° par rapport à l'horizontale. (on considère que la caisse est tombée du camion sans avoir de vitesse initiale par rapport à celui-ci)

a. Quelle est la condition pour que la caisse s'arrête à cause de son frottement sur le sol ?

b. Si la caisse parcourt une distance de 30 m avant de s'arrêter, quel est le coefficient de frottement entre la caisse et la route ?

(4 points)

3. On accroche délicatement un objet de 300 g à l'extrémité d'un ressort qui pend librement. Quand on lâche l'objet, le ressort s'allonge de 30 cm avant de remonter et de se mettre à osciller. Quelle est la fréquence du mouvement d'oscillation ?

(4 points)

4. Un tuyau horizontal de section circulaire de 6,0 cm de diamètre se rétrécit progressivement jusqu'à 4,0 cm. Lorsque l'eau s'écoule dans ce tuyau à une certaine vitesse, la pression manométrique à ces deux sections est respectivement 32 kPa et 24 kPa. Déterminez le débit massique de l'eau dans le tuyau.

(La masse volumique de l'eau est 1000 kg/m^3)

(4 points)

5. Un avion volant à l'horizontale à la vitesse de 1000 km/h à 5000 m d'altitude laisse tomber une bombe de 300 kg.

a. Avec quelle vitesse (exprimée en km/h) la bombe atteint-elle le sol ?

b. Avec quelle vitesse la bombe atteindra-t-elle le sol si l'avion vole à la même vitesse, mais en suivant une trajectoire faisant un angle de 45° avec l'horizontale ? justifiez la réponse.

On néglige les effets des frottements sur la bombe.

NB qu'on demande seulement la *grandeur* de la vitesse.

(4 points)

PHYS-F-104
Examen du 16 août 2006

I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. La grandeur de la force de frottement F entre un solide et un fluide s'exprime par la relation $F = K v$, où v est la vitesse relative entre le solide et le fluide.

Le coefficient K a-t-il des unités ? Si oui, quelles sont-elles dans le système international ?

(2 points)

2. Connaissant le moment d'inertie d'un solide de masse M autour d'un axe de symétrie D passant par son centre de masse, quel est son moment d'inertie pour la rotation autour d'un axe D' parallèle au premier et situé à la distance d de celui-ci ? Démontrez.

(4 points)

3. Existe-t-il une relation entre la vitesse de propagation d'un son et sa période (ainsi éventuellement que d'autres grandeurs physiques) ? Si non, justifiez. Si oui, donnez cette relation, en définissant les symboles que vous utilisez et en donnant leurs unités dans le système international.

(2 points)

4. a. Définissez ce qu'on entend par « écoulement laminaire » pour un fluide.

b. Formulez l'équation de Bernoulli pour un fluide parfait en écoulement laminaire. Définissez les symboles utilisés et donnez leurs unités dans le Système international.

(4 points)

5. a. Les satellites en orbite géostationnaire peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle latitude ? Justifiez la réponse.

b. Peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle altitude ? Justifiez.

(4 points)

6. Etablissez la formule donnant la période d'oscillation d'un pendule (petites oscillations)

(4 points)

II. Exercices (20 points – 1 heure 40 minutes)

1. Au port de Bruxelles, un wagon ouvert de 3 000 kg roule à l'horizontale, à une vitesse constante de 5,4 km/h. Il passe sous un tapis roulant, qui le charge de 12 tonnes de sable. Quelle sera sa vitesse lorsqu'il sera chargé ? (on néglige les frottements)

2. Une balle de 30 g frappe un bloc de bois de 10 kg, placé sur une surface horizontale et s'y encastre. Sous le choc, le bloc se déplace de 3,0 m. Le coefficient de frottement cinétique entre le bloc et la surface étant de 0,28, quelle était la vitesse de la balle au moment du choc ?

3. L'extrémité de chaque pointe d'un diapason qui vibre à une fréquence de 264 Hz se déplace de 1,5 mm de part et d'autre de sa position de repos. Calculez
a) la vitesse maximale
b) l'accélération maximale de l'extrémité de chacune des pointes du diapason.

4. Une bulle d'air de 5,00 mm de diamètre est émise au fond d'un étang. Arrivée à la surface, son diamètre de 6,50 mm. Quelle est la profondeur de l'étang, sachant que la pression atmosphérique est de $1,013 \cdot 10^5$ Pa ?
(On considère que la masse volumique de l'eau de l'étang est de 1000 kg / m^3 et que la température est uniforme)

5. Un axe vertical tourne à la vitesse angulaire uniforme de 30 rad/s.
Deux baguettes, longues de 20 cm et de masse négligeable, sont attachées à cet axe, perpendiculairement à lui et à 180° l'une de l'autre ; leurs points de fixation, A et B, sont distants de 40 cm.
Chacun baguette porte à son extrémité une masse de 500g.
Déterminez le moment cinétique du système par rapport au point de fixation de la baguette la plus haute (point A).
Idem par rapport à l'autre point de fixation (point B).
(On prendra l'axe z vertical et dirigé vers le haut, l'axe x horizontal et dirigé vers la droite, l'axe y horizontal et entrant dans la feuille)

PHYS-F-104
Examen du 12 janvier 2007
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Une roue tourne librement autour d'un axe vertical, à vitesse angulaire constante. De petits morceaux s'en détachent sous l'effet de la force centrifuge et sont projetés au loin. Comment la vitesse de rotation de la roue est-elle affectée ? Justifiez. (On néglige les frottements)
(3 points)

2. On considère une masse m suspendue à un ressort qui oscille verticalement autour du point C avec une amplitude ΔL (le ressort est supposé obéir à la loi de Hooke). Quelles sont les positions où sont respectivement maximales et minimales, en grandeur, la vitesse de la masse m et son accélération ? Justifiez.
(2 points)

3. Au passage d'une écluse, quand le sas (compartiment central compris entre les deux portes de l'écluse) se remplit d'eau, une péniche peut être attirée violemment vers une des parois. Pourquoi ? Quel est le nom de l'effet responsable de ce mouvement ?
(3 points)

4. Etablissez la relation entre le rayon R de l'orbite et la période T de rotation d'une planète autour du Soleil, en supposant les orbites circulaires.
(3 points)

5. Etablissez la relation entre la hauteur d'une note émise par une corde de violon et la tension de la corde.
(3 points)

**6. Soient deux référentiels K et K' en mouvement rectiligne uniforme l'un par rapport à l'autre, la vitesse de K' par rapport à K étant \vec{V} .
Que deviennent dans le référentiel K' les quantités suivantes ? (justifiez)**
a. la distance parcourue par un mobile M en un temps Δt
b. sa vitesse vectorielle instantanée
c. son accélération instantanée
d. le travail effectué par une force \vec{F}
(6 points)

II. Exercices (20 points – 1 heure 40 minutes)

1. Un bloc de 20 kg glisse sans frottement sur un plan incliné à 30° , après avoir été lâché sans vitesse initiale depuis une position de départ située à une hauteur de 5,0 m au-dessus de celle du pied du plan incliné. Après un parcours d'un mètre sans frottement sur le plan horizontal situé au pied du plan incliné, le bloc vient percuter un bloc de 10 kg et s'y attache. Les deux blocs glissent alors ensemble et sans frottement sur le plan horizontal. Quelle est leur vitesse à 10 m. du pied du plan incliné ?

(4 points)

2. Cinq petites boules identiques de masse m et de dimensions négligeables sont placées à des intervalles réguliers sur une tige mince de longueur L et de masse M , l'une d'entre elles occupant chacune des extrémités.

a) si ce système tourne à la vitesse angulaire constante ω autour d'un axe vertical passant par le centre de la tige, déterminez l'énergie cinétique du système.

b) idem, mais l'axe vertical passe par une des extrémités de la tige (même vitesse angulaire ω).

(4 points)

3. Une pierre blanche plate, d'une masse de 100 g. et se déplaçant à 1,00 m/s, glisse sur une surface verglacée parfaitement lisse, et vient frapper une pierre rouge immobile, de même masse. Après la collision, supposée parfaitement élastique, la direction de la pierre blanche est modifiée de 30° . Quelles sont les composantes des vitesses des deux pierre après la collision ? (on néglige tous les frottements)

(4 points)

4. Une planche homogène de 8 kg et de longueur 3,6 m est suspendue par des cordes verticales fixées à chacune de ses extrémités. Un peintre de 60 kg se trouve à 50 cm à gauche du centre de la planche, et un seau de 12 kg à 1,0 m à droite. L'ensemble ne bouge pas. Quelles sont les tensions T_1 et T_2 s'exerçant respectivement dans les cordes de gauche et de droite ?

(4 points)

5. Deux cordes fabriquées dans la même matière sont attachées l'une à l'autre ; la deuxième a un diamètre double de celui de la première.

L'extrémité libre de la première corde est soumise à un mouvement d'oscillation transverse dont la période est de 1,0 s. L'onde qui se forme dans cette corde a une longueur de 1,0 m. Quelle est la longueur de l'onde qui se forme dans la deuxième corde?

(4 points)

PHYS-F-104
Examen du 31 mai 2007
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Considérez les grandeurs

$$\frac{d}{dt}|\vec{v}(t)| \quad \text{et} \quad \left| \frac{d}{dt}\vec{v}(t) \right|$$

où v est une vitesse et t un temps

- a. Ces grandeurs sont-elles scalaires ou vectorielles ?
Quelles sont leurs unités dans le SI ?
 - b. En général, ces grandeurs sont-elles égales ? Pourquoi ?
 - c. Quand ces grandeurs sont-elles égales ?
 - d. Dans quel type de mouvement la première de ces grandeurs est-elle nulle ?
 - e. Si la première grandeur est nulle, la seconde l'est-elle également ? Expliquez
 - f. Dans quel type de mouvement la deuxième de ces grandeurs est-elle nulle ?
- (6 points)

2. Etablissez la forme de l'énergie potentielle gravitationnelle pour un champ gravitationnel constant (donnez la formule et justifiez).
(4 points)

3. La pression de l'air à l'intérieur d'une bulle de savon est-elle plus grande, égale, ou plus petite que la pression à l'extérieur ? Pourquoi ?
(3 points)

4.

- a. Définissez le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe de rotation ; définissez les symboles que vous utilisez.
- b. Calculez le moment d'inertie d'une tige homogène de masse M et de longueur L pivotant autour de l'une de ses extrémités.

(4 points)

5. Énoncez les trois lois de la mécanique de Newton
(3 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Une pierre de 100 g est tenue attachée au bout d'un bâton long de 50 cm, et tourne d'un mouvement circulaire uniforme dans le plan vertical à raison de 2,5 tours par seconde. Le centre de sa trajectoire est situé à 1,20 m du sol.

La pierre est lâchée quand le bâton est à l'horizontale, en venant du bas.

A quelle hauteur par rapport au sol monte la pierre ?

(On néglige tous les frottements)

(4 points)

2. Une sphère homogène, dont la masse est de 500 g et le diamètre 100 mm, lâchée au repos, roule sur un plan long de 1000 mm, incliné de 30° par rapport à l'horizontale.

Quelle est la vitesse de son centre de gravité au bas du plan incliné ?

(4 points)

3. Un véhicule de 8000 kg roulant à 5,4 km/h cogne un autre véhicule, qui est immobile. Ils se déplacent alors ensemble à l'horizontale, à la vitesse de 3,6 km/h (on néglige les frottements)

a) Quelle est la masse du deuxième véhicule? Avec quelle précision connaît-on cette masse ? (justifiez)

b) Le choc entre les deux véhicules est-il un choc élastique ? Pourquoi ? Que s'est-il passé ?

(4 points)

4. Une enseigne dont la masse est de 10 kg est attachée en l'extrémité B d'une barre horizontale AB, longue de 1,0 m et dont la masse est de 3,0 kg.

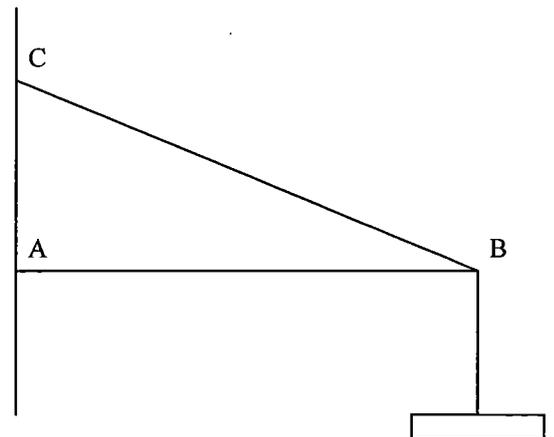
L'extrémité A de la barre AB est appuyée contre un mur vertical lisse (pas de frottement).

L'extrémité B de la barre AB est articulée à une barre CB, dont on néglige la masse, qui est attachée au mur et qui fait un angle de 30° avec la barre AB.

Représentez toutes les forces s'exerçant sur les deux barres et calculez leur grandeur, de façon à ce que le système soit en équilibre. Justifiez.

Les barres AB et CB sont-elles en traction, en compression, ou ni l'un ni l'autre ?

(4 points)



5. Une personne placée à 10 m d'un haut-parleur de fancy-fair perçoit une puissance sonore de 110 dB.

a) Si un second haut-parleur, de même puissance, est placé à côté du premier, quelle est la puissance sonore totale (exprimée en décibels) perçue par la personne ?

b) Si le second haut-parleur est placé 20 mètres derrière le premier, quelle est la puissance sonore totale perçue par la personne ?

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 17 août 2007
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Soient deux cylindres de mêmes poids, de mêmes dimensions et que rien ne distingue extérieurement. Ils diffèrent cependant par les matériaux qui les composent et par leur structure : l'un est plein, et l'autre est creux.

Comment peut-on déterminer simplement, sans les déformer et sans analyser l'intérieur (rayons X, ultrasons, etc.), quel est le cylindre plein ?

(3 points)

2. Pour une vitesse donnée à la sortie du canon, sous quel angle faut-il lancer un obus pour que la portée soit maximale (on néglige les frottements) ? Démontrez.

(4 points)

3. Un objet sphérique arrivant à proximité de la surface d'une étoile à neutrons se déforme. Expliquez pourquoi.

(2 points)

4. Etablissez (« démontrez ») la forme de l'énergie potentielle de rappel d'un ressort obéissant à la loi de Hooke.

(4 points)

5. Si V est une grandeur physique vectorielle et S une grandeur physique scalaire

a. peut-on additionner V et S ? Si oui quelles sont les unités de la somme ?

b. peut-on multiplier V par S ? Si oui quelles sont les unités du produit ?

(2 points)

6. Définissez (au moyen de formules impliquant d'autres grandeurs physiques)

- moment cinétique d'un point matériel

- moment d'inertie d'un système

- module de Young

(3 points)

7. Exprimez la vitesse de propagation d'une onde en fonction de sa fréquence, et éventuellement d'autres grandeurs physiques.

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Un wagon-citerne pesant 4 tonnes est rempli de 30 m^3 d'eau. Il est lancé à la vitesse de 6 km/h sur une voie de chemin de fer horizontale. On ouvre une vanne située sous le wagon, et l'eau s'écoule à raison de 10 litres par seconde. Quelle est la vitesse du wagon après 1 minute ?

On néglige tous les effets de frottement.

(4 points)

2. Une pierre d'une masse de 100 g est attachée au bout d'une ficelle longue de 1,00 m., qui oscille autour d'un point fixe avec une amplitude angulaire de 0,100 rad.

a) exprimez cette amplitude angulaire en degrés

b) quelle est la vitesse maximale de la pierre ?

(4 points)

3. Dans l'aorte, dont le rayon est de 1 cm, le sang circule à une vitesse de 30 cm/s. Il se répartit ensuite entre 4 milliards de capillaires, dont le diamètre moyen est de $8 \mu\text{m}$. Quelle est la vitesse du sang dans les capillaires et quelle y est la pression comparée à celle dans l'aorte, à la même hauteur dans le corps ?

(On néglige les effets de viscosité ; on prend pour le sang la masse volumique de l'eau)

(4 points)

4. Un plan incliné formant un angle de 30° avec l'horizontale est long de 200 cm. Un bloc d'une masse 100g, lâché sans vitesse initiale depuis l'extrémité haute du plan, glisse sur celui-ci, le coefficient de frottement cinétique étant de 0,200.

Arrivé au pied du plan, le bloc heurte de manière parfaitement élastique un bloc de même masse, au repos. Quelle est la vitesse acquise par ce dernier ?

(4 points)

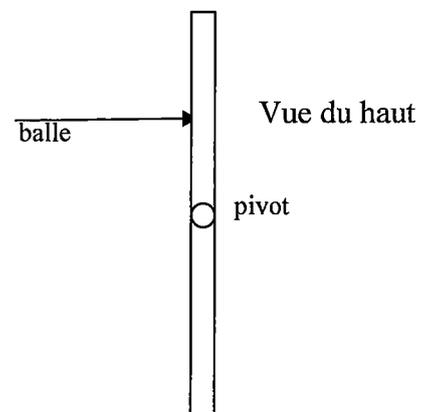
5. Une latte en bois, longue de 1,00 m et d'une masse de 300g, initialement au repos, peut tourner sans frottement dans le plan horizontal, autour d'un pivot vertical placé en son centre.

Une balle de fusil de 4,0 g, tirée à l'horizontale perpendiculairement à la latte avec une vitesse de 250 m/s, vient frapper la latte à mi-distance entre le pivot et l'une des extrémités, et en ressort à la vitesse de 150 m/s.

Quelle est la vitesse de rotation de la latte après l'impact ?

(on néglige les dégâts provoqués par la balle à la latte).

(4 points)



PHYS-F-104
Physique
Examen du 10 janvier 2008

I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Quelles sont les unités des quantités suivantes, formulées en termes des unités de base du Système International (ne pas utiliser les noms d'unités dérivées) ?

- a) la pression
 - b) le moment cinétique
 - c) le moment d'inertie
 - d) l'accélération centripète
 - e) le travail d'une force
 - f) le potentiel (pour une force conservative)
- (6 points)

2. Une force électrique attractive est exercée sur une particule de charge q par une particule de charge opposée $-q$. Cette force est proportionnelle au carré de la charge q , elle est inversement proportionnelle au carré de la distance r entre les particules, et elle est dirigée selon l'axe qui les joint.

Formulez mathématiquement cette force, en définissant les quantités que vous utilisez.
(3 points)

3. Énoncez les lois de la statique. Si vous donnez une formulation mathématique, définissez les symboles que vous utilisez.
(4 points)

4. Établissez l'équation différentielle caractérisant le mouvement d'un ressort obéissant à la loi de Hooke, qui est plongé dans un fluide exerçant une force de frottement proportionnelle à la vitesse.

Donnez la forme générale de la solution, et décrivez les caractéristiques qualitatives de cette solution (pas nécessaire de faire les calculs pour justifier la forme de la solution).
(3 points)

5. Les galaxies, qui comportent typiquement de l'ordre de 10^{11} étoiles, sont en rotation autour de leur centre.

a) Dans la physique newtonienne, comment la vitesse angulaire des étoiles en rotation (sur des orbites approximativement circulaires) autour du centre d'une galaxie dépend-elle de leur distance R par rapport au centre de la galaxie et de la masse M de matière comprise à une distance du centre inférieure à R ? Justifiez.

b) Dans les galaxies « spirales », dont la densité de matière visible (étoiles et gaz) diminue rapidement quand on s'écarte du centre de la galaxie (elles comportent des « bras » en rotation autour du centre de la galaxie), on observe que la vitesse angulaire

des étoiles est approximativement constante jusqu'à de grandes distances du centre de la galaxie.

Compte tenu du résultat de a), qu'est-ce que cette observation indique concernant la manière dont la matière composant de la galaxie varie avec la distance au centre de la galaxie ?

c) Que peut-on conclure de tout ceci ?

(4 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Une boule d'un diamètre de 57,0 mm roule sur un billard à la vitesse constante de 3,58 m/s. Quelle est sa vitesse angulaire de rotation ?

Justifiez l'emploi des formules que vous utilisez.

(4 points)

2. Un bloc de 2,0 kg se déplace sur une surface horizontale, le coefficient de frottement cinétique entre le bloc et la surface étant de $\mu_c = 0,316$.

Alors que sa vitesse est de 1,0 m/s, il vient comprimer un ressort dont la constante de rappel est $k = 100$ N/m.

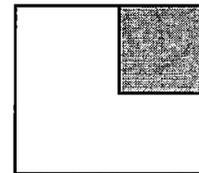
Quelle distance supplémentaire le bloc parcourra-t-il sur la surface horizontale avant de s'arrêter ?

(4 points)

3. D'une plaque métallique carrée de 2,00 m de côté, on a enlevé un carré de 1,00 m de côté, de la manière indiquée.

Quelle est la position du centre de gravité de la partie restante de la plaque ?

(4 points)



4. A la foire, un manège qui a la forme d'un disque uniforme de 4,00 m de diamètre et dont la masse est de 600 kg tourne à une vitesse angulaire constante de 0,20 tours/s.

Quatre personnes pesant chacune 75 kg montent simultanément sur son pourtour.

a) Quelle est maintenant la vitesse angulaire du disque ?

b) Quelle serait-elle si les quatre personnes avaient sauté sur le pourtour du disque avec une vitesse de 3,6 km/h dirigée dans le sens de rotation du disque ?

(4 points)

5. Un réservoir de très grand volume, de hauteur H , posé sur le sol, est rempli d'eau (supposée liquide parfait).

D'un petit trou percé à la hauteur h du sol sort un jet d'eau, émis à l'horizontale.

Etablissez la relation entre la distance horizontale atteinte par le jet et la hauteur h du trou.

Quelle doit être la position de h pour que le jet aille le plus loin possible ?

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 29 mai 2008

I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Soient deux sphères d'aspects semblables et de mêmes dimensions, l'une pleine et l'autre creuse, cette dernière étant remplie d'un liquide pour lequel les forces moléculaires liquide – matériau de la sphère sont faibles.

Les masses totales des deux sphères sont les mêmes.

Les deux sphères sont posées sur une table. On les fait tourner toutes les deux avec la même vitesse angulaire autour de l'axe vertical passant par leur centre, puis on les arrête en un temps très court.

Comment reconnaître la sphère remplie de liquide (justifiez) ? Quel est le principe de base auquel vous faites appel ?

(3 points)

2. Supposez que la vitesse d'un corps dans un certain milieu soit donnée, en fonction du temps, par la relation

$$v(t) = A\sqrt{t} + B,$$

où A et B sont des constantes.

a. quelles sont, dans le Système international, les unités de A et B ? Justifiez

b. exprimez l'accélération du corps en fonction du temps.

(3 points)

3. Etablissez la forme de l'énergie potentielle gravitationnelle pour un champ gravitationnel constant (justifiez).

(3 points)

4. Que peut-on dire de la superposition des deux ondes définies par les fonctions d'ondes suivantes : $A \sin \omega t$ et $A \cos (\omega t + \pi/2)$. Justifiez.

(2 points)

5. Définissez et donnez les unités dans le Système international de :

a. moment d'une force

b. moment d'inertie d'un corps solide homogène

c. moment cinétique d'un système de point matériels

(définissez avec précision les quantités utilisées)

(6 points)

6. Expliquez le phénomène des marées.

(3 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Un jardinier arrose son jardin avec de l'eau de pluie recueillie dans un grand tonneau, posé sur le sol, dans lequel l'eau atteint une hauteur de 1,8 m. Le tuyau d'arrosage, long de 2,25 m, est raccordé à un robinet situé à 30 cm au-dessus du sol.

Le jardinier tient l'extrémité libre du tuyau à 1,0 m au-dessus du sol et il l'oriente sous un angle faisant 30° avec l'horizontale.

A quelle distance (horizontale) de l'extrémité du tuyau tenue par le jardinier le jet arrose-t-il le sol ?

(on néglige les frottements, la viscosité de l'eau et la baisse du niveau de l'eau dans le tonneau au cours de l'arrosage)

(4 points)

2. Une pierre de 100 g est attachée à une corde sans masse, longue de 1,00 m, dont l'autre extrémité est fixée par un crochet à un mur. A la verticale du crochet, 75 cm sous celui-ci, un clou sort du mur.

La corde étant tendue à horizontale, on lâche la pierre sans vitesse initiale.

Quelles sont la grandeur et la direction de la vitesse de la pierre au point de hauteur maximale qu'elle atteindra après que la corde aura été interceptée par le clou ?

(expliquez, démontrez)

(4 points)

3. Soit un corps solide sphérique homogène de 10 cm de rayon, dont le moment d'inertie autour d'un axe passant par son centre est de $0,020 \text{ kg m}^2$.

a. Sous l'action de la chaleur, cet objet se dilate uniformément, son rayon devenant 11 cm. Que devient son moment d'inertie ? Démontrez.

b. Quel est le moment d'inertie d'un objet sphérique, composé de la même matière et à la même température que celui décrit dans l'énoncé initial, mais dont le rayon est de 20 cm ? Démontrez.

(4 points)

4. Dans l'espace, un astronaute dont le poids sur terre est de 1 200 N, scaphandre compris, s'écarte d'une capsule, dont la masse est de 1 500 kg, en exerçant avec ses jambes fléchies une poussée uniforme de 30,0 N pendant 2,00 s.

A quelle vitesse, exprimée en km/h, l'astronaute et la capsule s'écartent-ils l'un de l'autre ?

(4 points)

5. Une poutre homogène de 20 kg et 4,00 m de long est posée en porte-à-faux sur un échafaudage, qu'elle dépasse de 80 cm.

Un ouvrier imprudent, dont le poids est de 750 N, s'aventure sur la poutre, au-dessus du vide.

Jusqu'où peut-il s'avancer sans que la poutre ne bascule ?

PHYS-F-104
Physique
Examen du 14 août 2008
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Pour un mouvement circulaire, quelle est la relation entre la composante tangentielle de l'accélération et la vitesse ?

Démontrez en partant de la définition de l'accélération.

(4 points)

2. Etablissez (« démontrez ») la vitesse de libération d'un satellite à la surface de la Terre (c'est-à-dire la vitesse nécessaire pour qu'il puisse échapper à l'attraction terrestre).

(3 points)

3. Une personne est debout au centre d'une plate-forme circulaire supportée par un axe passant par son centre. Ses pieds sont fixes par rapport à la plate-forme. Expliquez comment la personne peut se faire tourner, c'est-à-dire faire tourner la plate-forme, sans prendre appui sur aucun élément extérieur et sans bouger les pieds.

(Détaillez la démonstration - une réponse lapidaire ne suffit pas)

(3 points)

4. Démontrez la troisième loi de Kepler, qui relie la période de révolution des planètes autour du Soleil au rayon de leur trajectoire (supposée circulaire)

(3 points)

5. Énoncez les lois de la statique

(2 points)

6. Etablissez le moment cinétique d'une barre homogène de masse M et de longueur L pour la rotation autour d'un axe perpendiculaire à la barre et passant par son centre

(3 points)

7. Sur quoi porte la loi de Poiseuille ?

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Un camion long de 12 m roule à 90 km/h. Un camion long de 18 m entreprend de le dépasser. Quelle doit être la vitesse moyenne minimale du deuxième camion (exprimée en km/h) pour que le temps de dépassement soit inférieur à une demi-minute ?
(4 points)

2. A la foire, une nacelle guidée par des rails inclinés à 40° avec l'horizontale est libérée depuis une position de départ située à 40 m au-dessus du sol. Après être descendue jusqu'à 15 m au-dessus du sol, elle fait un parcours horizontal de 12 m avant de remonter en effectuant un parcours de 30m, les rails faisant cette fois avec l'horizontale un angle de 30° .
Quelle est la vitesse de la nacelle à la fin de cette remontée, exprimée en km/h, si on néglige tous les frottements cinétiques ?
(4 points)

3. L'écart angulaire maximum entre le Soleil et Vénus (une planète située entre la Terre et le Soleil), observé depuis la Terre, est de 46 degrés.
a. Supposant que la trajectoire de Vénus est circulaire et située dans le même plan que celle de la Terre, faites un schéma représentant la trajectoire de Vénus autour du Soleil et les positions de la Terre et de Vénus quand l'écart angulaire est maximum.
b. Quelle est la durée de la révolution de Vénus ?
(Rappel : l'angle entre la tangente à un cercle et le rayon aboutissant au point de tangence est de 90 degrés).
(4 points)

4. Un maçon lance à un autre ouvrier, situé 2 m plus bas que lui, une brique de 5 kg, en lui donnant une vitesse horizontale de 1 m/s.
Le second ouvrier arrête la brique en 0,3 s en exerçant une force supposée constante.
Quelle est la grandeur de cette force ?
(4 points)

5. Une sphère pleine, d'une masse de 100 g et de 20 cm de diamètre, tourne sans frottement autour d'un axe fixe passant par son centre, à raison de 10 tours par seconde.
a. Exprimez l'énergie cinétique de la sphère en fonction des données ci-dessus (pas besoin de la valeur numérique)
b. On approche perpendiculairement à la surface un frotteur qui exerce un frottement constant sur la sphère et l'arrête en 20 secondes.
Que vaut la composante de la force de frottement tangente à la sphère ?
(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 9 janvier 2009
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Montrez que, si la somme des forces s'exerçant sur un corps est nulle et si la somme de leurs moments par rapport à un certain point est nulle, celle-ci est nulle par rapport à n'importe quel point.

(3 points)

2. Pour quel type de forces introduit-on la notion d' « énergie potentielle » et pourquoi ?

(2 points)

3. Comment peut-on freiner la rotation d'un satellite sur lui-même ? Expliquez, justifiez.

(2 points)

4. Définissez

a. moment d'une force

b. moment d'inertie d'un système de points matériels

c. moment cinétique d'un système de point matériels

Si vous donnez des formules, définissez les quantités utilisées.

(6 points)

5. Expliquez le principe de l'attraction par le vide partiel.

(3 points)

6. Montrez que, pour de petits angles, le mouvement d'un pendule obéit à la loi de l'oscillateur harmonique.

(4 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Un lièvre court à la vitesse de 30,0 km/h en décrivant un arc de cercle d'un rayon de 60,0 m autour d'un chasseur. Dans quelle direction le chasseur doit-il viser, sachant que la vitesse de la balle est de 300 m/s ?

Exprimez la réponse en degrés.

(4 points)

2. Un objet de masse $m = 100$ g est lancé à la vitesse de 1,00 m/s sur un plan horizontal. Après 1,00 m, sa vitesse est divisée par deux à cause du frottement.

a. Quel est le coefficient de frottement ?

b. Après la distance de 1,00 m parcourue à l'horizontale, l'objet monte un plan incliné à 30,0 degrés, pour lequel le coefficient de frottement a la même valeur que sur la partie horizontale. A quelle hauteur l'objet monte-t-il sur le plan incliné avant de s'arrêter ?

Justifiez chaque étape du raisonnement !

(4 points)

3. Les trous noirs sont des objets célestes tels que la « vitesse de libération » à leur surface est supérieure à la vitesse de la lumière.

a. Quel est le rayon (maximum) d'un trou noir de la masse du Soleil ?

b. Quel est le rayon du trou noir au centre de notre Galaxie, dont la masse est 10^6 fois la masse du Soleil ? Combien de temps la lumière met-elle pour parcourir une distance de cet ordre ?

c. Quel est le rapport des masses volumiques d'un trou noir ayant la masse du Soleil est d'un trou noir correspondant à 10^6 masses solaires ?

Prendre pour la constante de Newton $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, pour la masse du Soleil $M = 2,00 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ et pour la vitesse de la lumière $c = 300 \cdot 10^3 \text{ km/s}$

(4 points)

4. Un objet posé sur un plan horizontal parfaitement lisse est attaché à l'extrémité d'une corde (supposée sans masse) dont l'autre extrémité est attachée à la base d'un poteau de rayon $a = 0,5$ cm.

La corde étant tendue, l'objet est situé à une distance $R_0 = 2,0$ m du centre du poteau.

Il est alors lancé avec une vitesse perpendiculaire à la corde, de façon à décrire une trajectoire horizontale autour du pied du poteau. La vitesse initiale est $v_0 = 5,0$ m/s.

a. Compte tenu de ce que la corde s'enroule autour du poteau, à quelle distance du centre du poteau se trouve l'objet quand il a décrit un angle θ ?

b. Après six tours, quelle est la vitesse angulaire de l'objet, exprimée en tours par seconde ?

On fait l'approximation que la corde est toujours dirigée vers l'axe du poteau.

Justifiez vos raisonnements.

(4 points)

5. Un tonneau de 2,00 m de diamètre, rempli d'eau jusqu'à une hauteur de 2,50 m, est posé en hauteur. On laisse s'échapper verticalement l'eau par un trou de 1,0 cm de diamètre, situé au fond du tonneau.

Quel est le diamètre du filet d'eau (exprimée en cm), à 1,00 m sous le fond du tonneau ? (Négligez la vitesse à laquelle baisse le niveau de l'eau dans le tonneau).

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 28 mai 2009
I. Théorie (20 points – 1 heure)

**1. Donnez la loi de la gravitation de Newton, en définissant chacun des symboles.
(soyez précis !)
(3 points)**

**2. a) Démontrez que, pour qu'un système de points matériels sur lequel s'exercent trois forces non nulles soit au repos, il faut que les trois forces soient concourantes.
b) Cette condition est-elle suffisante ? Pourquoi ?
(3 points)**

3. Définissez les quantités suivantes par une formule (pas besoin de définir les composantes de la formule) et donnez leurs unités dans le système international :
a. puissance
b. moment cinétique
c. énergie cinétique
d. module de Young
(4 points)

**4. Quelle est la fréquence résultant de la superposition des ondes sonores définies par les relations suivantes
 $y_1 = a_1 \sin (2600 t + \pi / 6)$ et $y_2 = a_2 \cos (2600 t + \pi / 6)$.
(3 points)**

**5. Un tuyau est raccordé à un tonneau rempli d'eau, ouvert à l'air libre. L'extrémité libre du tuyau est située à une hauteur h en-dessous de la surface de l'eau dans le tonneau, et elle est inclinée d'un angle θ avec l'horizontale. A quelle hauteur l'eau s'échappant du tuyau remonte-t-elle ?
(Négligez les effets de frottement et de viscosité)
(4 points)**

**6. Quelle est la vitesse maximale d'un ressort de constante de rappel k , oscillant d'une longueur L autour de sa position de repos ?
(3 points)**

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Pour décoller, un avion dont la masse totale est de $60 \cdot 10^3$ kg doit atteindre la vitesse de 300 km/h.

Si la piste de décollage est de 1500 m, en supposant que la force exercée par les moteurs est constante et en négligeant tous les frottements, quelle est la puissance moyenne développée par les moteurs pendant le décollage ?

(4 points)

2. Une poutre homogène longue de 12 m, faisant un angle de 20 degrés avec l'horizontale et pesant 180 N est suspendue en un point situé à 4 m de son extrémité de gauche.

Une charge dont la masse est de 10 kg est attachée à son extrémité de droite.

Quel est le poids de la charge qu'il faut suspendre à l'extrémité de gauche de la poutre pour qu'elle soit en équilibre ?

(4 points)

3. Quelle inclinaison, exprimée en degrés, faudrait-il donner à une route faisant un virage d'un rayon de 150 m pour qu'une voiture de 1200 kg s'y engageant à 50 km/h ne dérape pas en cas de verglas ?

(4 points)

4. Un réservoir dont le fond est situé à 340 cm au-dessus du sol contient de l'eau jusqu'à une hauteur de 120 cm par rapport au fond. Un tuyau d'un diamètre de 1,50 cm, fixé sous le réservoir, amène l'eau dans un bassin disposé à 10 cm au-dessus du sol, par une ouverture située au fond de ce bassin. Celui-ci est initialement vide. La surface du bassin et celle du réservoir sont toutes deux à l'air libre.

a) Quel est le débit massique de l'eau arrivant dans le bassin au début du remplissage ?

b) Si on peut négliger l'aire de la surface libre du bassin par rapport à celle du réservoir, quel sera le débit massique quand l'eau aura atteint la hauteur de 50,0 cm par rapport au fond du bassin ?

La masse d'un litre d'eau est de 1,00 kg.

(4 points)

5. Un ressort de constante de rappel $k = 9,0 \cdot 10^4$ N/m est placé au fond de la cage d'un ascenseur, dont la masse totale, y compris les passagers, est de 500kg.

Si le câble qui soutient l'ascenseur se rompt lorsque le bas de la cabine est à une hauteur de 25 m au-dessus de l'extrémité supérieure du ressort, de combien celui-ci se comprime-t-il ? (on suppose qu'il n'y a aucun dégât à la cabine).

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 19 août 2009
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Exprimez les unités des grandeurs suivantes en utilisant les unités fondamentales du Système international

(4 points)

- a. poids
- b. coefficient de frottement cinétique
- c. moment d'une force de frottement
- d. moment cinétique

2. Soit un corps animé d'un mouvement rectiligne dont l'accélération s'exprime en fonction du temps selon la loi empirique : $a = A/t^3 + B$, où A et B sont des constantes

- a. Quelles sont les unités de A et B, exprimées dans le système international ?
- b. Quelle est la loi donnant la vitesse en fonction du temps ?

(4 = 2+2 points)

3. Quelle est la hauteur maximale h (mesurée par rapport à la surface de la Terre) atteinte par une fusée lancée verticalement de la surface de la Terre à la vitesse v_0 ? Notez G la constante de Newton, M la masse de la Terre, m la masse de la fusée, R le rayon de la Terre.

On ne tient pas compte de la rotation de la Terre et on néglige les frottements.

(4 points)

4. Un tonneau de 1,00 m de diamètre et rempli d'eau jusqu'à une hauteur de 2,5 m est posé en hauteur. On laisse s'échapper l'eau par un trou de 1,0 cm de diamètre situé au fond du tonneau. Pourquoi peut-on, pour calculer la vitesse à laquelle l'eau s'écoule du tonneau, négliger la vitesse à laquelle baisse le niveau de l'eau dans le tonneau ?

(3 points)

5. La force électrique exercée par une particule ponctuelle 1 de charge q_1 sur une particule ponctuelle 2 de charge q_2 de signe opposé est une force attractive, donnée par la formule

$$\vec{F} = -K \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \vec{1}_r$$

où le vecteur unité est dirigé de la particule 1 vers la particule 2 et r est la distance entre les deux particules.

- a) Pourquoi y a-t-il un signe – dans la formule ?
- b) Cette force peut-elle être décrite par un potentiel ?
- c) Calculez l'énergie potentielle de la particule 2 dans le champ de la particule 1, si on pose que le potentiel est nul à l'infini.

(5 = 1+1+3 points)

Examen du 19 août 2009
II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Au périhélie, la distance entre la Terre et le Soleil est de $1,471 \cdot 10^8$ km, et elle est de $1,521 \cdot 10^8$ km à l'aphélie.

En supposant le Soleil immobile, quelle est la différence de vitesse de la Terre entre l'aphélie et le périhélie.

La masse du Soleil est de $1,99 \cdot 10^{30}$ kg, celle de la Terre de $5,97 \cdot 10^{24}$ kg, la vitesse moyenne de la Terre 29,78 km/s, la constante de la gravitation de Newton $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

On néglige tous les effets perturbateurs (marées, autres planètes, etc.)

[Pensez à utiliser la formule $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$]

(4 points)

2. Déterminez la fréquence de l'oscillation d'une pierre suspendue à une corde, l'amplitude des oscillations étant de $3,0^\circ$ et la vitesse maximum de la pierre de 0,20 m/s. On néglige les frottements.

(4 points)

3. Une balle de caoutchouc dont la masse est de 70 g rebondit de manière parfaitement élastique sur une autre balle, qui est immobile, et elle repart en sens opposé avec une vitesse qui est le tiers de sa vitesse initiale. Quelle est la masse de la seconde balle ?

(4 points)

4. Une ambulance est équipée d'un avertisseur sonore qui émet à une fréquence de 1200 Hz.

Un piéton arrêté sur le bord de la route remarque que la fréquence du son qu'il perçoit s'est modifiée de 240 Hz au moment où l'ambulance est passée devant lui.

a) La fréquence a-t-elle augmenté ou diminué ?

b) A quelle vitesse, exprimée en km/h, l'ambulance roule-t-elle ?

La vitesse du son dans l'air est de 340m/s.

(4 points)

5. Les pneus d'un camion, de 1,00 m de diamètre, accomplissent 25 tours pendant que le camion freine uniformément et passe de 80 km/h à 55 km/h.

a) Quelle est l'accélération angulaire des pneus ?

b) Si le camion continue à ralentir de la même manière, combien de temps après le début du freinage s'arrêtera-t-il ?

Attention : justifiez bien les formules que vous utilisez.

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 8 janvier 2010
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. On peut énoncer sous deux formes équivalentes la deuxième loi de la mécanique de Newton, qui concerne l'effet des forces sur le mouvement. Énoncez ces deux formes et montrez comment on peut passer de l'une à l'autre.

(3 points)

2. Énoncez et établissez (« démontrez ») la loi concernant la poussée d'Archimède.

(3 points)

3. a. Définissez l'oscillateur harmonique

b. Établissez l'équation différentielle correspondante

c. Donnez (pas nécessaire de démontrer) la solution générale de l'équation du mouvement.

(4 points)

4. Calculez le moment d'inertie d'un barreau homogène par rapport à son centre.

(Définissez les quantités utilisées)

(3 points)

5. Montrez que toute force centrale dérive d'un potentiel.

(Définissez les termes utilisés)

(3 points)

6. a. Définissez le moment cinétique, par rapport à un point O, d'un système de points matériels.

b. Dans quel cas le moment cinétique d'un système est-il conservé ? (pas besoin de démontrer)

c. Décrivez brièvement et expliquez deux exemples illustrant l'effet de la conservation du moment cinétique.

(4 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Un bloc de 2,0 kg, initialement au repos à une hauteur de 1,0 m, se met à glisser sur un plan incliné à 30° par rapport à l'horizontale. Le coefficient de frottement est de 0,30. Arrivé au bas du plan incliné, le bloc glisse sur un sol sans frottement, puis il vient buter contre une paroi dans laquelle il s'enfonce de 1,00 cm avec une décélération constante. Quelle est la force moyenne exercée par le bloc sur la paroi ?

(4 points)

2. Une poutre homogène longue de 200 cm et dont la masse est de 40 kg repose sur deux supports, disposés à 20 cm de chacune des extrémités de la poutre. Un bloc de 10 kg est posé à 50 cm du centre de la poutre.

Quelles sont les forces exercées respectivement par chacun des deux supports ?

(4 points)

3. Un jardinier arrose son jardin avec de l'eau de pluie recueillie dans un grand tonneau, posé sur le sol. L'eau atteint une hauteur de 1,7 m dans le tonneau. Le robinet auquel est raccordé le tuyau est situé juste au niveau du sol.

a. Quelle direction le jardinier doit-il donner au jet pour qu'il atteigne la distance maximale ?

b. quelle est cette distance ?

(on néglige les frottements et la baisse du niveau de l'eau dans le tonneau au cours de l'arrosage)

(4 points)

4. On observe, depuis un ascenseur qui est en mouvement rectiligne uniforme vertical de vitesse V , la chute d'un objet de masse m lâché depuis le haut d'une tour.

Montrez que la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle gravitationnelle de l'objet, calculée par un observateur qui est dans l'ascenseur, est constante.

On néglige les frottements et la variation de g pendant la chute.

(4 points)

5. Sachant que, dans son mouvement autour de la Terre, la Lune présente toujours à la Terre la même face, déterminez le rapport entre le moment cinétique de rotation de la Lune sur elle-même et son moment cinétique de rotation autour de la Terre.

Pour sa rotation sur elle-même, on considère la Lune comme une sphère homogène, de masse $m = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg et de rayon $r = 1740$ km.

Pour sa rotation autour de la Terre, on considère la Lune comme un objet ponctuel et son orbite comme circulaire, de rayon égal à 384 000 km.

Le moment d'inertie par rapport à son centre d'une sphère homogène de masse m et de rayon r est égal à $\frac{2}{5} m r^2$.

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 25 mai 2010
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. En n'utilisant que les unités de base du Système international, donnez les unités

a. du travail

b. de l'énergie potentielle

c. du moment d'une force

Justifiez en donnant chaque fois la formule correspondante.

(3 points)

2. Une particule occupe la position $(x, y, z) = (1, 0, 0)$ m. Son vecteur vitesse a pour composantes $(2, 3, 0)$ m/s et sa masse est de 50 g. Quel est son moment cinétique par rapport à l'origine ?

(4 points)

3. Exprimez la vitesse de propagation d'une onde en fonction de sa fréquence (et éventuellement d'autres grandeurs physiques)

(2 points)

4. Une sphère peut-elle rouler sans glisser le long d'un plan incliné parfaitement lisse ? pourquoi ?

(2 points)

5. La grandeur de la force de frottement F entre un solide et un fluide s'exprime par la relation $F = K v$, où v est la vitesse relative entre le solide et le fluide.

Le coefficient K a-t-il des unités ? Si oui, quelles sont-elles dans le système international ?

(2 points)

6. Énoncez en mots et exprimez en formules les lois de la statique.

(4 points)

7. Établissez l'équation de continuité pour un fluide non visqueux et incompressible ; définissez les symboles que vous utilisez.

(3 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Sur une autoroute, des panneaux indiquent que, à une distance de 200 m, la vitesse maximale autorisée sera de 100 km/h.
- Pour une voiture dont la masse est de 1200 kg et qui roule à 120 km/h, quelle doit être la décélération correspondante, en supposant celle-ci constante ?
 - Quel est le travail des forces de freinage ?
(4 points)

2. Un disque horizontal homogène, d'une masse de 1,5 kg et de 10 cm de rayon, peut tourner sans frottement autour de son axe vertical. Il est initialement au repos. Une balle d'une masse de 10 g, animée d'une vitesse horizontale de 200 m/s, vient frapper tangentiellement le bord du disque et s'y encastre. Quelle est la vitesse angulaire du disque après la collision, exprimée en nombre de tours par seconde ?
(4 points)

3. Supposez que la constante gravitationnelle G ait varié depuis la formation du système solaire. Utilisez les lois de la mécanique pour montrer que, pour une trajectoire supposée circulaire de rayon R de la Terre autour du Soleil, la quantité $G.R$ serait restée constante. Les masses de la Terre et du Soleil sont supposées constantes.
(4 points)

4. On accroche à un ressort, dont la constante de rappel est 15 N/m, une boule dont la masse est de 100 g.
- si on laisse le ressort s'allonger tout doucement en soutenant la boule jusqu'à la position de repos, de combien le ressort s'allongera-t-il ?
 - si au contraire on accroche la boule au ressort non allongé et qu'on la lâche brusquement, jusqu'où la boule descendra-t-elle ?
 - dans ce cas, en quel point l'accélération de la boule est-elle la plus grande et combien vaut-elle en ce point ?
 - en quel point la vitesse de la boule est-elle la plus grande et que vaut-elle ?
(4 points)

5. Une personne, située à 2,50 m du centre, parvient à rester debout sur une plateforme qui effectue 15 tours par minute.
- Quelle est la vitesse de la personne par rapport à la terre ?
 - Quel doit être le coefficient de frottement de ses chaussures ?
(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 18 août 2010
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. **Donnez la loi de Hooke pour un ressort et établissez son énergie potentielle, en définissant les symboles utilisés.**
(3 points)
2. **Énoncez sous forme d'une formule la loi de la gravitation de Newton, en définissant les symboles utilisés.**
(3 points)
3. **Démontrez que si un corps sur lequel s'appliquent 3 forces extérieures, situées dans un même plan et non parallèles, est au repos, alors ces forces sont concourantes.**
(3 points)
4. a. **Les satellites en orbite géostationnaire peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle latitude ? Justifiez la réponse.**
b. **Peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle altitude ? Justifiez.**
(4 points)
5. **Pour un mouvement circulaire, quelle est la relation entre la composante tangentielle de l'accélération et la vitesse ?**
Faites la démonstration en partant de la définition de l'accélération.
(3 points)
6. **Énoncez avec précision deux lois de conservation en mécanique.**
(4 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. **Une balle dont la masse est 50 g et le volume 300 cm^3 est tenue dans une piscine à 60 cm sous la surface de l'eau, puis est lâchée brusquement.**
Jusqu'à quelle hauteur au-dessus de la surface la balle va-t-elle sauter ?
La masse volumique de l'eau est $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.
Pour simplifier le problème, on suppose que la balle sort de l'eau d'un coup, et on néglige tous les frottements, dans et hors de l'eau. (Le résultat obtenu montre que ces hypothèses ne sont pas réalistes !)
(4 points)
2. **On veut soulever une pierre de 300 kg.**
Pour ce faire, on glisse sous elle une barre de fer longue de 1,00 m et pesant 25 kg, et l'on prend appui sur une brique située à 15 cm du bout de la barre, du côté de la grosse pierre (les 15 cm sont mesurés le long de la barre).
La barre fait à ce moment un angle de 10 degrés avec l'horizontale.

Quelle force perpendiculaire à la barre faut-il exercer à l'autre extrémité de celle-ci pour soulever la pierre ?

(4 points)

3. Une bicyclette dont les roues font 62 cm de diamètre roule à 18 km/h. Le poids total du cycliste et de la bicyclette est de 750 N.

La bicyclette s'arrête après avoir freiné uniformément sur 12 m, les freins agissant sur les jantes à 28 cm du centre des roues.

Quelle est la force exercée par les freins ?

On néglige tous les frottements autres que ceux exercés par les freins ; on néglige le moment d'inertie des roues.

(4 points)

4. Une ultracentrifugeuse, partant du repos, atteint 90 000 tours / minute en 200 secondes, avec une accélération angulaire constante. Le diamètre du rotor est de 10,0 cm.

a. Quelle est sa vitesse angulaire après 75 secondes ?

b. Combien de tours le rotor a-t-il effectué lorsque la vitesse de rotation maximale est atteinte ?

c. A ce moment, quelle est l'accélération maximale subie par une particule se trouvant dans le rotor, exprimée en termes d'accélération de la pesanteur g ?

d. Quelle est la vitesse linéaire d'une telle particule ?

(4 points)

5. De l'eau coule à la vitesse de 1,0 m/s dans un tuyau d'arrosage de 2,0 cm de diamètre. Elle en sort par un bec dont l'ouverture a un diamètre de 0,50 cm et qui est dirigé verticalement. Si on néglige les frottements, à quelle hauteur le jet peut-il monter ?

(4 points)

PHYS-F-104
Physique
Interrogation du 3 nov. 2010
I. Théorie (10 points – 40 min.)

1. Montrez qu'il existe deux angles de tir pour atteindre une cible située à une distance donnée d'un canon (la cible et la bouche du canon sont supposées à la même hauteur). Quelle est la relation entre ces deux angles ?

(3 points)

2. Une pierre de masse m est accrochée au bout d'une corde qui tourne dans le plan vertical. Exprimez la tension dans la corde en fonction de l'angle que celle-ci forme avec l'horizontale, et en fonction éventuellement d'autres variables.

(2 points)

3. Exprimez en une formule la loi des frottements cinétiques solide-solide, en expliquant la signification de chacun des symboles utilisés et en justifiant la formule par les lois empiriques du frottement.

(2 points)

4. Énoncez les trois lois de Kepler

(3 points)

II. Exercices (10 points – 50 min.)

1. Une pièce de monnaie de 20 g est posée sur la platine d'un tourne-disque qui effectue 75 tours par minute. Le coefficient de frottement statique est de 0,50.

A quelle distance du centre de la platine la pièce doit-elle être posée pour qu'elle ne se mette pas à glisser ?

(4 points)

2. Un objet est lancé vers le haut sur un plan incliné parfaitement lisse posé sur le sol, long de 3,5 m et faisant un angle de 30° avec l'horizontale.

Arrivé au haut du plan incliné, l'objet décrit une trajectoire dans le vide et il retombe sur le sol après 2,5 s.

Quelle doit être la vitesse de l'objet au pied du plan incliné ?

(Idéalisation du mouvement d'un snow-board, où une figure acrobatique doit être réalisée en 2,5 s)

(6 points)

PHYS-F-104
Physique
Examen du 17 janvier 2011
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Un mobile est formé de quatre sphères identiques de masse m disposées dans un plan selon un carré de côté d .

Calculez le moment d'inertie du système pour une rotation d'axe perpendiculaire au plan et passant par le centre du carré.

(on néglige la masse des armatures entre les sphères)

(2 points)

2. Expliquez le principe de l'« attraction par le vide partiel »

(2 points)

3. De l'eau s'écoule d'un réservoir ouvert à l'air libre, par un trou auquel est fixé un tuyau pointant vers le haut en faisant un angle θ avec l'horizontale. A quelle hauteur maximale l'eau s'échappant de ce tuyau peut-elle remonter ?

(on néglige tous les frottements ; on néglige la dimension du trou et celle du tuyau)

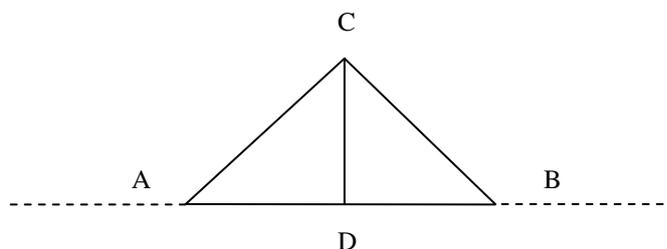
(4 points)

4. Etablissez la relation entre le travail fourni par une force sur un corps (supposé ponctuel) et la variation de l'énergie cinétique du corps.

(4 points)

5. Considérez un pont ayant la structure suivante, formée de poutres et de câbles (les traits AC CB AD DB CD), posé sur le sol (en pointillés). Indiquez quelles sont les poutres et quels sont les câbles, et justifiez.

(4 points)



6. Énoncez sous forme mathématique la loi de Hooke, en définissant les symboles que vous utilisez.

(2 points)

7. Définissez le module de Young

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Une grenade explose en trois fragments.

L'un des fragments, d'une masse de 230 g, acquiert une vitesse de 120 m/s.

Un deuxième fragment, d'une masse de 180 g, fait un angle de 150 degrés avec le premier et sa vitesse est de 100 m/s.

La masse du troisième fragment est de 100 g.

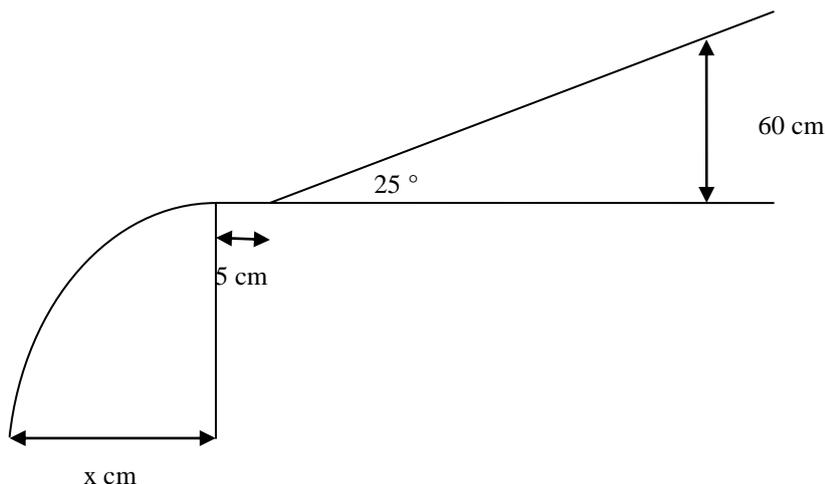
Déterminez l'énergie emmagasinée dans l'explosif (on néglige l'énergie nécessaire pour briser la grenade).

(4 points)

2. Un plan incliné à 25° par rapport à l'horizontale est placé sur une table haute de 100 cm. Le bas du plan incliné est placé à 5 cm du bord de la table, de sorte qu'une bille ayant descendu le plan incliné voie sa vitesse transformée en une vitesse horizontale, avant qu'elle ne tombe de la table.

Deux sphères de même masse (350 g) et de même dimension ($R = 65$ mm), l'une creuse, l'autre pleine, roulent sans glisser sur le plan incliné depuis une même hauteur de 60 cm au-dessus de la table. A quelle distance du bord de la table tombent-elles respectivement ?

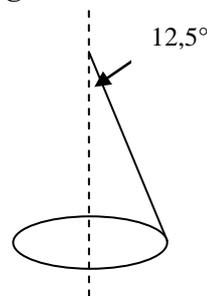
(4 points)



3. Un objet d'une masse de 420 g est suspendu au bout d'un fil long de 1,25 m et décrit un mouvement circulaire dans le plan horizontal. L'angle entre la direction du fil et la verticale est de $12,5^\circ$.

Combien l'objet fait-il de tours par minute ?

(4 points)



4. Une meule a la forme d'un disque de 20 mm d'épaisseur et de 20 cm de diamètre ; sa masse volumique est de $1,75 \text{ g/cm}^3$.

On l'utilise pour aiguiser une lame de canif, le coefficient de frottement étant de 0,75. On exerce sur le canif, afin de l'aiguiser, une force constante de 0,80 N dirigée vers le centre du disque.

La meule tourne à raison de 4,5 tours par seconde, puis on coupe le courant, tout en continuant à appliquer la même force.

Combien de tours la meule va-t-elle encore effectuer avant de s'arrêter ?

(On néglige tous les frottements, à l'exception de celui exercé par la lame du canif)

(4 points)

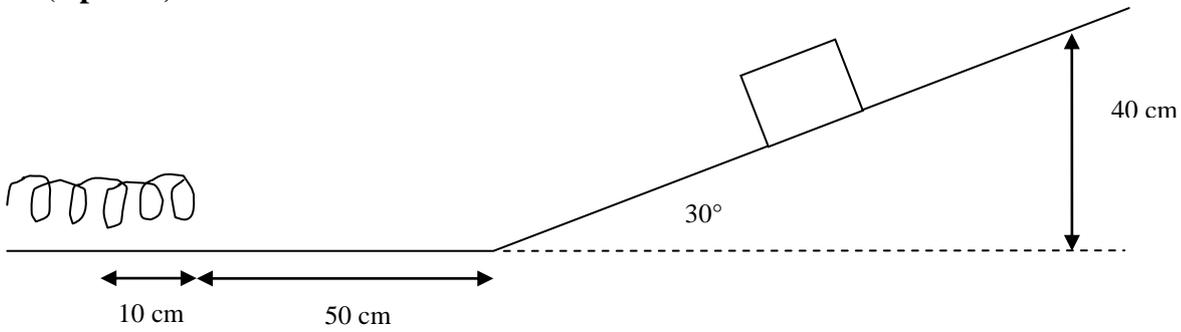
5. Un objet de 100 g, initialement au repos, glisse sur un plan incliné à 30° , depuis une hauteur de 40 cm.

Au pied du plan incliné, il poursuit à l'horizontale sur 50 cm, puis vient toucher un ressort de constante $k = 12 \text{ N/m}$, qui s'écrase de 10 cm.

Toutes les surfaces sur lesquelles glisse l'objet sont de même nature.

Quel est le coefficient de frottement entre l'objet et la surface ?

(4 points)



PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 17 juin 2011
I. Théorie (20 points – 1 heure)

PARTIE I

1. Etablissez l'énergie potentielle pour la force gravitationnelle décrite par la loi de Newton.

(3 points)

2. Calculez le moment d'inertie d'un barreau homogène (de masse M et de longueur L) par rapport à l'une de ses extrémités

(3 points)

3. Montrez que, si la somme des forces s'exerçant sur un corps est nulle et si la somme de leurs moments par rapport à un certain point est nulle, celle-ci est nulle par rapport à n'importe quel point.

(3 points)

4. Donnez (sans démontrer) l'équation de Bernoulli

(2 points)

5. Une masse m est accrochée à l'extrémité d'un ressort de constante de rappel k et glisse sans frottements sur un plan horizontal. La masse est éloignée de la position d'équilibre en étirant le ressort d'une longueur A .

a) Calculez le travail fourni par la force extérieure.

b) Quelle est l'énergie potentielle élastique stockée dans le ressort étiré ?

(3 points)

PARTIE II

6. Dans un microscope composé de deux lentilles convergentes :

a) où le foyer objet de la première lentille doit-il se trouver par rapport à l'objet à observer et pourquoi ?

b) où le foyer objet de la deuxième lentille doit-il être placé pour que l'observation puisse se faire avec un œil détendu et pourquoi ?

(4 points)

7. Donnez la relation entre la vitesse d'une onde et sa fréquence, en définissant les autres grandeurs utilisées.

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

PARTIE I

1. Une poutre en béton de 15 m de long et d'une masse de 450 kg est posée perpendiculairement au bord d'un canal, sur un sol incliné à $5,5^\circ$ (le frottement l'empêche de glisser). L'une des extrémités surplombe le canal, et un homme de 80 kg se trouve debout à cette extrémité. A quelle distance maximale, mesurée le long de la poutre, cette extrémité doit-elle se trouver du bord du canal pour que la poutre ne bascule pas ?

(4 points)

2. Un objet d'une masse $m = 100$ g glisse à l'horizontale sur une surface. Après 1,00 m, sa vitesse $v = 1,00$ m/s est divisée par deux à cause du frottement. Quelle distance parcourra-t-il encore avant de s'arrêter ?

(4 points)

3. Un satellite de masse m circule sur une orbite circulaire autour de la Terre, de rayon égal à 2 fois le rayon R_T de la Terre.

Quel travail faut-il fournir pour l'amener à circuler sur une orbite circulaire de rayon égal à $3 R_T$?

Notez G la constante de Newton et M la masse de la Terre.

(4 points)

PARTIE II

4. Dans une expérience de Young avec deux fentes parallèles, on examine la lumière du soleil, décomposée par interférence, sur un écran placé à un mètre des fentes. Montrez que les spectres d'ordres 1 et 2 ne se recouvrent pas quelle que soit la distance entre les deux fentes. Prenez les longueurs d'onde extrêmes du spectre visible à 770 nm et 390 nm (4 points).

5. Une corde de violon de 55 cm et de masse linéique égale à 0,95 g/m est frottée par un archet. Elle se met à vibrer selon son mode fondamental et un son de 440 Hz de fréquence se fait entendre. A quelle tension la corde est-elle soumise ? (4 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 30 août 2011
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Établissez (« démontrez ») l'équation de continuité.
(3 points)

2. Considérez un ressort obéissant à la loi de Hooke. L'équation différentielle du mouvement est $d^2x/dt^2 + k/m x = 0$
- montrez comment s'obtient cette équation différentielle (justifiez chaque étape du raisonnement)
- montrez que cette équation admet une solution du type $x = A \sin(\omega t + B)$, et exprimez ω en fonction des données
(4 points)

3. Soient deux vecteurs \vec{p} et \vec{q} .

Comment appelle-t-on les quantités notées respectivement $\vec{p} \times \vec{q}$ et $\vec{p} \cdot \vec{q}$?

Comment s'expriment-elles en fonction de l'angle entre les vecteurs ?

Donnez un exemple de quantité physique pouvant s'exprimer sous la forme de chacune de ces expressions.

(4 points)

4. Un bloc en mouvement sans frottement sur un plan horizontal vient écraser un ressort au repos qui se comprime, puis réexpédie le bloc. Expliquez pourquoi, après qu'il s'est séparé du ressort, la norme de la vitesse du bloc réexpédié est plus petite que la norme de la vitesse initiale du bloc.

(3 points)

5. Dans une expérience de Young, on éclaire deux fentes séparées d'une distance a avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . Établissez l'expression de la position des franges *sombres* sur un écran placé à une distance d grande par rapport à λ .

(4 points)

6. Donnez l'expression de la vitesse d'une onde transversale se propageant sur une corde tendue. Définissez les grandeurs physiques que vous introduisez et donnez leurs unités dans le système international.

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. La Lune présente toujours à la Terre la même face.

Déterminez le rapport entre le moment cinétique de rotation de la Lune sur elle-même et son moment cinétique de rotation autour de la Terre (on considère que le mouvement de la Lune autour de la Terre est circulaire).

Données : masse M de la Lune = $7,35 \times 10^{22}$ kg, diamètre de la Lune = $3,5 \times 10^3$ km, distance D entre la Terre et la Lune = 384×10^3 km

2. Quelle est la différence entre la vitesse de la Terre à l'aphélie et sa vitesse au périhélie, sachant que la moyenne de ces vitesses est de 29,79 km/s ?

Données :

distance entre la Terre et le Soleil au périhélie : 147×10^6 km

distance entre la Terre et le Soleil à l'aphélie : 152×10^6 km

constante gravitationnelle de Newton : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

masse du Soleil : $2,0 \times 10^{30}$ kg

On suppose le Soleil immobile.

Rappel : $a^2 - b^2 = (a + b) \cdot (a - b)$

(4 points)

3. Un camion entame un virage sur une route horizontale. Un pendule est accroché dans la cabine du conducteur. Lors du virage, le fil du pendule fait un angle de $5,5^\circ$ avec la verticale. Que vaut le coefficient de frottement minimal de la route pour que le camion se maintienne sur une trajectoire circulaire ?

(4 points)

4. L'objectif d'un appareil photo est constitué d'une lentille à faces convexes dont les deux faces ont un rayon de courbure égal à 41,0 mm. Pour prendre le portrait d'une personne située à 60,0 cm, la distance film-lentille est réglée à 37,2 mm.

a) Quel est l'indice de réfraction du matériau de la lentille ? (3 points)

b) Quelle doit être la distance film-lentille pour prendre une photo d'un paysage de montagnes ? (1 point)

5. Un radar sous-marin immobile envoie des ultrasons de 120,0 kHz de fréquence vers un objet distant de 100 m qui s'éloigne dans l'eau à vitesse constante. L'onde réfléchie est détectée par le radar 140 ms plus tard à une fréquence de 119,5 kHz. A quelle vitesse l'objet s'éloigne-t-il ?

(4 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Interrogation du 4 novembre 2011

I. Théorie (10 points – 40 minutes)

1. Une moto qui roule sur une autoroute passe de la vitesse v à la vitesse $1,5.v$ en un temps t .
 - a) Donnez l'expression de son accélération moyenne pendant le temps t .
(1 point)
 - b) Un camion roule à vitesse constante dans le même sens. Donnez et justifiez l'expression de l'accélération de la moto par rapport au camion.
(2 points)
2. Définissez « système isolé ». Comment varie la quantité de mouvement d'un tel système et pourquoi ?
(2 points)
3. Donnez et justifiez les unités de la constante de gravitation universelle.
(2 points)
4. Etablissez l'expression de la portée d'un obus tiré à vitesse v avec un angle α par rapport à l'horizontale (négligez les frottements de l'air).
(3 points)

II. Exercices (10 points – 50 minutes)

1. Un chasseur tire au fusil une balle de 5,0 grammes, qui sort du canon à 1000 m/s. Le recul du fusil est amorti par l'épaule du chasseur en 0,10 s. Quelle est la force moyenne subie par l'épaule ?
(4 points)
2. Un astronome amateur observe Titan, un des satellites de Saturne, et note que sa période de révolution est de 16 jours. Sachant que Saturne est 95 fois plus massif que la Terre, et connaissant le rayon de la Terre $R_T = 6400$ km, il déduit le rayon moyen de l'orbite de Titan. Que vaut ce rayon ?
(6 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 19 janvier 2012
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Définissez, en nommant toutes les grandeurs que vous introduisez :

- a) travail d'une force**
 - b) contrainte**
 - c) moment d'inertie d'un solide par rapport à un point**
 - d) quantité de mouvement**
- (4 points)**

2. Énoncez les lois de la statique, en définissant toutes les grandeurs que vous utilisez.
(3 points)

3. Donnez et démontrez la relation entre l'accélération angulaire d'une masse ponctuelle sur une trajectoire circulaire et le moment, par rapport au centre de la trajectoire, de la force tangentielle qu'elle subit. Définissez toutes les grandeurs que vous introduisez.
(4 points)

4. Expliquez pourquoi la vitesse des vents autour d'un cyclone augmente lorsqu'on se rapproche du centre du cyclone (à l'exception de la région la plus centrale, l'« œil » du cyclone, où le mouvement de l'air est ascendant).
(3 points)

5. Pour un ressort de longueur au repos l_0 et de constante de rappel k :

- a) Établissez l'expression de l'énergie potentielle élastique stockée dans le ressort en fonction de l_0 et k lorsqu'il est allongé de 5% de sa longueur.**
 - b) Donnez et justifiez les unités de la constante de rappel.**
- (4 points)**

6. Énoncez la loi de la gravitation universelle de Newton.
(2 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 19 janvier 2012
II. Exercices (20 points – 2 heures)

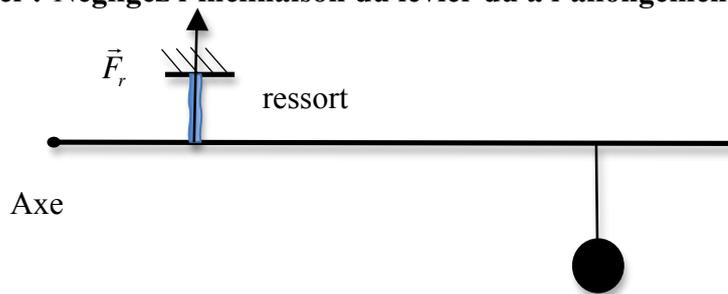
1. Un camion chargé d'une caisse descend à 60 km/h une route inclinée de 5,1 degrés par rapport à l'horizontale. Le chauffeur freine uniformément et le camion s'immobilise en 50 m. Quelle doit être la valeur minimale du coefficient de frottement entre la caisse et la plateforme du camion pour que le chargement ne glisse pas lors du freinage ?
(4 points)

2. Une ficelle inextensible de masse négligeable est enroulée autour d'une poulie cylindrique de masse M , de rayon R et d'axe horizontal. Une masse m_1 est suspendue à une extrémité de la ficelle, tandis qu'une masse m_2 est suspendue à l'autre extrémité, à une hauteur h au-dessus de la masse m_1 . On lâche les masses. Quelle est leur vitesse lorsqu'elles se croisent à la même hauteur ?
(4 points)

3. Un satellite tourne sur une orbite circulaire de rayon R autour de la Terre. Calculez le rapport entre son énergie cinétique orbitale et l'énergie cinétique minimale nécessaire pour qu'il se libère de l'attraction terrestre depuis l'orbite où il se trouve.
(4 points)

4. Un ressort très rigide répondant à la loi de Hooke est étiré avec le dispositif ci-dessous, constitué d'un levier horizontal de 1,50 m de longueur et de poids suspendus à 1,34 m de l'axe. Le ressort est accroché verticalement entre le plafond et le levier, à 8,3 cm de l'axe. La masse du levier est de 440 g. Le ressort s'allonge de 0,22 mm lorsque le levier est lesté de 1,5 kg de plomb. Quelle est la constante de rappel ? Négligez l'inclinaison du levier dû à l'allongement du ressort.
(4 points)

Dispositif :



5. On soulève la roue arrière d'un vélo et on l'amène à une vitesse de 250 tours/minute à l'aide du pédalier. L'axe, mal huilé, freine la roue qui s'immobilise après 55 secondes. Quel est le moment moyen des forces de frottement sur l'axe ? La roue a une masse de 1,3 kg et un diamètre de 66 cm et on suppose que toute la masse est concentrée au rayon extérieur.
(4 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 15 juin 2012
I. Théorie (20 points – 1 heure)

Partie I

1. Définissez, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez :

- a) moment cinétique d'une masse ponctuelle par rapport à un point O
- b) coefficient de frottement statique
- c) contrainte mécanique

(3 points)

Partie I

2. On considère une masse m suspendue à un ressort qui oscille verticalement autour du point C avec une amplitude L (le ressort est supposé obéir à la loi de Hooke). Quelles sont les positions où sont maximales, en grandeur, la vitesse de la masse m et son accélération ? Justifiez.

(2 points)

Partie I

3. Les satellites en orbite géostationnaire peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle altitude ? Justifiez.

(3 points)

Partie I

4. Établissez (démontrez) l'expression de l'énergie potentielle gravitationnelle à proximité de la surface de la Terre (\vec{g} supposé constant).

(3 points)

Partie I

5. Soient deux cylindres de mêmes masses, de mêmes dimensions et que rien ne distingue extérieurement. Ils diffèrent cependant par les matériaux qui les composent et par leur structure : l'un est plein, et l'autre est creux. Comment peut-on déterminer simplement, sans les déformer et sans analyser l'intérieur (rayons X, ultrasons, etc.), quel est le cylindre plein ? Justifiez votre réponse.

(3 points)

Partie II

6. On observe un nombre n de ventres sur une corde vibrante fixée à ses deux extrémités. Démontrez que la fréquence de l'onde stationnaire qui fait vibrer la corde est

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}, \text{ où } L \text{ est la longueur de la corde, } F_T \text{ sa tension et } \mu \text{ sa masse linéique.}$$

(3 points)

Partie II

7. Donnez la relation entre la distance focale d'une lentille, la distance objet et la distance image (relation de conjugaison), en précisant les conventions de signe sur ces trois distances. A quel type de lentille a-t-on affaire si la distance focale est négative ?

(3 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 15 juin 2012
II. Exercices (20 points – 2 heures)

Partie I

1. On lâche un bloc au sommet d'un plan incliné long de 85 cm et faisant un angle de 15° avec l'horizontale. Le bloc glisse en frottant contre la surface du plan incliné (coefficient de frottement 0,10). Au bas du plan incliné, le bloc vient se coller contre un autre bloc initialement immobile dont la masse est 2 fois plus petite, et ils poursuivent ensemble leur mouvement sur une surface horizontale parfaitement lisse. A quelle vitesse se déplacent-ils ?

(4 points)

Partie I

2. Un satellite artificiel comporte un corps cylindrique homogène de 1,2 m de rayon et de 4 m de longueur, dont la masse vaut 600 kg. Il est pourvu de bras légers extensibles, diamétralement opposés, qui comportent chacun une masse de 45 kg à leur extrémité. Bras repliés, les masses sont contre le corps du satellite et il tourne sur lui-même à une vitesse de 4,0 tours/seconde. Bras déployés, les masses sont situées à 5,0 m de l'axe du satellite. Quelle est alors sa vitesse de rotation ?

(4 points)

Partie I

3. A la surface d'une planète géante que nous appellerons Gazo, l'attraction gravitationnelle est 2,1 fois plus grande que sur Terre. La masse volumique moyenne de Gazo n'est par contre que de 950 kg/m^3 . Calculez la vitesse de libération depuis la surface de cette planète.

(4 points)

Partie II

4. Une bouteille de vinaigre débouchée est posée sur une table. Un cuisinier maladroit perce un petit trou à une hauteur égale à la moitié du niveau du liquide dans la bouteille. Un jet s'échappe horizontalement, et tombe sur la table à 12 cm de la base de la bouteille. Quel était le niveau de vinaigre dans la bouteille ? Négligez la vitesse à laquelle le niveau descend dans la bouteille.

(4 points)

Partie II

5. On réalise deux expériences d'interférence dans une piscine avec le dispositif suivant : deux fentes distantes de 0,150 mm qu'on éclaire avec une lumière laser de 633 nm de longueur d'onde. Les franges d'interférence sont observées sur un écran situé à 3,00 m des fentes. Dans la première expérience, la piscine est vide. Dans la deuxième expérience, la piscine est remplie d'un liquide d'indice de réfraction inconnu, et on observe que l'écart entre deux maxima d'interférence successifs est de 8,60 mm.

a) quelle est la distance entre deux maxima successifs dans la première expérience ?

(2 points)

b) quel est l'indice de réfraction du liquide ?

(2 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 21 aout 2012
I. Théorie (20 points – 1 heure)

Partie I

1. Définissez, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez :

- a) moment d'une force par rapport à un point O
 - b) centre de gravité d'un corps
 - c) vitesse angulaire
- (3 points)

Partie I

2. Énoncez les lois de Newton de la dynamique.

(3 points)

Partie I

3. Établissez la relation entre la période de révolution et le rayon de l'orbite des planètes du système solaire (3^e loi de Kepler), en supposant leurs orbites circulaires.

(4 points)

Partie I

4. Démontrez la relation entre la variation d'énergie cinétique d'un objet ponctuel et le travail de la résultante des forces extérieures appliquées à cet objet.

(4 points)

Partie II

5. Une onde transversale parcourt une corde de tension F_T et de masse linéique μ . Combien de temps faut-il à cette onde pour parcourir la longueur L de la corde ?

(2 points)

Partie II

6. On considère le ménisque formé par un liquide dans un tube à essai en verre. Établissez l'expression de l'angle de contact entre le liquide et la paroi du tube en fonction des tensions superficielles entre les matériaux en présence.

(4 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 21 aout 2012
II. Exercices (20 points – 2 heures)

Partie I

1. Une voiture prend un virage relevé de 100 m de rayon sur une route dont la surface est inclinée de 5,0 degrés par rapport à l'horizontale. A quelle vitesse maximum la voiture peut-elle s'y engager sans risquer de déraper, si le coefficient de frottement statique entre les pneus et la route vaut 0,70 ?

(4 points)

Partie I

2. Une grenade qui tombait verticalement explose en trois fragments de masses égales. Le premier part à l'horizontale, le deuxième, à la verticale vers le bas et le troisième part vers le haut à 30 degrés par rapport à l'horizontale. A quelle vitesse part le deuxième fragment si la vitesse de la grenade valait 18 m/s au moment d'exploser et si la vitesse initiale du premier fragment est de 7,4 m/s ? Négligez la perte de masse due à la combustion de l'explosif.

(4 points)

Partie I

3. Une tige métallique mince de longueur L et de masse m est soudée à l'une de ses extrémités sur un axe horizontal de façon que la tige et l'axe soient perpendiculaires. L'axe tourne librement. On maintient la tige en position horizontale en la tenant par l'autre extrémité, puis on la lâche, et elle se met à osciller dans un plan vertical. Etablissez l'expression de son accélération angulaire initiale en fonction de sa masse et/ou de sa longueur.

(4 points)

Partie II

4. Un seau cylindrique de 20 cm de diamètre et de 25 cm de hauteur perd de l'eau par un trou de 1,3 cm² de section percé au fond du seau. A quelle vitesse le niveau de l'eau baisse-t-il dans le seau lorsque celui-ci est rempli au tiers de sa hauteur ?

(4 points)

Partie II

5. Les photos imprimées dans les journaux sont constituées de lignes successives de points colorés. La définition d'une impression est donnée en « dpi », dots per inch, ou points par pouce en anglais, c'est-à-dire en nombre de points colorés par 2,54 cm de longueur de ligne. On considère une photo imprimée à 300 dpi.

a) Quelle est la séparation angulaire entre deux points colorés successifs si on regarde cette photo sans accommodation à travers une loupe de 12 cm de distance focale ?

(2 points)

b) A quelle distance perçoit-on la photo comme une surface uniformément colorée si on la regarde à l'oeil nu ? Prenez 2,0 mm comme diamètre de la pupille et 580 nm comme longueur d'onde correspondant à la couleur des points.

(2 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Interrogation du 31 octobre 2012
I. Théorie (10 points – 50 minutes)

1. Définissez, en expliquant toutes les quantités que vous introduisez :

a) quantité de mouvement d'un corps

(1 point)

b) produit scalaire des vecteurs \vec{a} et \vec{b}

(1 point)

2. Montrez comment la loi d'action-réaction se déduit de la deuxième loi de Newton pour un système isolé composé de deux corps en interaction.

(3 points)

3. Un astronaute explore une planète de 5000 km de rayon. Son poids y est 5,0 fois moins élevé que sur la Terre. Que vaut le produit de la masse de cette planète et de la constante de gravitation universelle dans les unités du système international ?

(3 points)

4. Une masse est attachée à un fil et tourne dans un plan vertical avec une vitesse angulaire constante. Pour quelle position de la masse la tension dans le fil est-elle minimum et pourquoi ?

(2 points)

II. Exercices (10 points – 50 minutes)

1. A la bataille de Waterloo, un canon, d'une masse de 160 kg, tire un boulet de 10 kg avec une vitesse de 180 m/s et un angle de 32° par rapport à l'horizontale. Suite au tir, le canon recule de 40 cm dans la direction horizontale et s'enfonce de quelques centimètres dans le sol. Calculez la force horizontale moyenne qui freine le recul du canon.

(5 points)

2. Dans un train à grande vitesse (TGV), l'accélération ne doit jamais dépasser 0,10 fois g pour le confort des passagers. Un TGV entame un virage de 1,5 km de rayon.

a) A quelle vitesse maximum en km/h le TGV peut-il prendre ce virage ?

(3 points)

b) A quel angle le virage doit-il être relevé si le TGV s'y engage à cette vitesse et si le coefficient de frottement entre les roues et les rails est négligeable ?

(2 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 17 janvier 2013
I. Théorie (20 points – 1 heure)

1. Définissez, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez :

- a) accélération instantanée
 - b) moment d'une force par rapport à un point O
 - c) module de Young
- (3 points)

2. Dans le cas de frottements solide-solide :

a) Énoncez les lois qui décrivent les forces de frottement, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez.

(3 points)

b) Donnez l'expression de la puissance dissipée par frottement lorsque deux solides glissent l'un sur l'autre avec une vitesse relative donnée, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez.

(2 points)

3. Un container de béton est suspendu au bras horizontal d'une grue par un câble accroché à l'extrémité du bras. Lorsque le bras tourne à vitesse constante en restant horizontal, le container se trouve-t-il exactement sous l'extrémité du bras ? Expliquez.

(3 points)

4. Établissez l'expression de la différence d'énergie potentielle gravitationnelle entre la surface de la Terre et une orbite circulaire de rayon égal à cinq fois le rayon de la Terre.

(4 points)

5. Énoncez les trois lois de Newton de la dynamique.

(3 points)

6. Un jongleur jette en l'air des massues en bois en forme de quilles, en les faisant tourner sur elles-mêmes. Lorsqu'il les rattrape, leur vitesse de rotation a-t-elle changé ? Expliquez.

(2 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

1. Le tambour d'un lave-linge est constitué d'un cylindre de 55 cm de diamètre qui tourne autour d'un axe horizontal. En début d'essorage, après une phase d'arrêt, la rotation du cylindre s'accélère uniformément et passe de 0 à 800 tours/minute en 3,1 secondes. Combien de temps après le début de l'accélération le linge est-il plaqué contre le cylindre ?

(4 points)

2. Un pistolet-jouet tire des fléchettes de 12 grammes. Pour cela, un ressort de 240 N/m de raideur est comprimé de 2,8 cm en enfonçant la fléchette dans le canon du pistolet, et ce ressort se détend lorsque la gâchette est actionnée. Tirée horizontalement d'une hauteur de 1,4 m, une fléchette touche un petit soldat de plomb posé 1,8 m plus loin sur le sol. Quelle énergie a-t-elle été dissipée par les frottements dans le canon ? Négligez les frottements dans l'air.

(4 points)

3. Un satellite géostationnaire est constitué d'une barre cylindrique mince et homogène de 4,5 m de longueur. Par verrouillage gravitationnel, la barre pointe toujours vers le centre de la Terre. Calculez la valeur numérique du rapport du moment cinétique orbital de la barre, dû à sa rotation autour de la Terre, au moment cinétique dû à sa rotation sur elle-même autour de son centre.

(4 points)

4. Une poutre homogène de section constante, de 100 kg et de 2,35 m de longueur est posée horizontalement, à une de ses extrémités sur un bloc de bois, et à l'autre extrémité sur une canette de soda vide. Une personne de 64,0 kg monte sur la poutre du côté du bloc de bois et marche vers l'autre extrémité.

a) De quelle distance la personne peut-elle avancer sans que la canette ne s'écrase, si cette dernière peut supporter une charge maximale de 900 N ?

(2 points)

b) Quelle est la contrainte maximale dans le bloc de bois au cours de la progression de la personne, si la section du bloc est de 110 cm^2 ?

(2 points)

5. Un pétard posé sur le sol explose en trois fragments. Le premier, de masse égale à 1,5 grammes, part horizontalement à une vitesse de 12 m/s. Le deuxième fragment a une masse de 4,0 grammes et part horizontalement, perpendiculairement au premier. Le troisième fragment a une masse de 3,0 grammes et part avec une vitesse de 7,2 m/s.

a) Dans quelle direction par rapport au premier le troisième fragment est-il parti ?

(2 points)

b) A quelle vitesse le deuxième fragment est-il parti ?

(2 points)

PHYS-F-104
Physique 1
Examen du 14 juin 2013
I. Théorie (20 points – 1 heure)

Partie I

1. Définissez, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez :

- a) force conservative
 - b) quantité de mouvement
 - c) produit vectoriel de deux vecteurs \vec{a} et \vec{b}
 - d) contrainte mécanique
- (4 points)

Partie I

2. Une masse m est suspendue à un fil de longueur l . On écarte la masse de la position d'équilibre de sorte que le fil fasse un angle θ_{max} par rapport à la verticale, puis on lâche la masse avec une vitesse initiale nulle. Calculez l'expression de l'énergie cinétique de la masse en fonction de l'angle θ entre le fil et la verticale. Négligez le frottement dans l'air.

(3 points)

Partie I

3. Les satellites en orbite géostationnaire peuvent-ils être positionnés à n'importe quelle altitude ? Justifiez.

(3 points)

Partie I

4.

a) Énoncez les lois de la statique.

(2 points)

b) Démontrez que, pour qu'un objet soumis à trois forces coplanaires non-parallèles soit en équilibre statique, il faut nécessairement que les trois forces soient concourantes.

(2 points)

Partie II

5. Établissez l'équation de continuité d'un fluide incompressible, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez.

(3 points)

Partie II

6. Définissez le grossissement angulaire d'un appareil d'optique. Établissez l'expression du grossissement angulaire d'une lentille utilisée comme loupe, en précisant toutes les grandeurs que vous introduisez.

(3 points)

II. Exercices (20 points – 2 heures)

Partie I

1. Un wagon de train de 3,5 tonnes, en mouvement sur une voie horizontale, vient s'accrocher à un wagon de 2,3 tonnes à l'arrêt. Les deux wagons se déplacent ensuite ensemble à vitesse constante. L'énergie dissipée lors du choc ne peut pas dépasser 100 J, sinon le système d'accrochage des wagons risque d'être endommagé. A quelle vitesse maximum le premier wagon peut-il avancer juste avant le choc ?

(4 points)

Partie I

2. Une personne monte sur une échelle de 3,0 m de longueur posée contre un mur vertical complètement lisse. L'échelle fait un angle de 7,4 degrés par rapport à la verticale. Quel doit être, au minimum, le coefficient de frottement statique entre le sol horizontal et l'échelle pour que la personne puisse arriver en haut de l'échelle sans que celle-ci ne glisse ? La masse de la personne vaut 80 kg ; négligez la masse de l'échelle.

(4 points)

Partie I

3. Un cylindre plein de 12 cm de rayon et constitué d'un matériau homogène est lâché au sommet d'un plan incliné. Il roule sans glisser jusqu'au bas du plan. A quelle vitesse arrive-t-il en bas si le plan fait 4,7 m de longueur et qu'il est incliné de 3,3 degrés par rapport à l'horizontale ?

(4 points)

Partie II

4. On pompe de l'eau dans un réservoir surélevé. Le tuyau qui amène l'eau de la pompe au réservoir a un diamètre de 14 cm en bas et 18 cm en haut, et la différence de hauteur entre les deux extrémités du tuyau est de 2,0 m. On mesure les pressions aux deux extrémités et on observe qu'elles sont égales. Quel est le débit d'eau dans le tuyau en m^3 par seconde ? Négligez la viscosité de l'eau.

(4 points)

Partie II

5. On éclaire deux fentes parallèles de même largeur avec une lumière de 500 nm de longueur d'onde, et on observe la figure d'interférence sur un écran placé à 3,0 mètres de distance. Dans la bande centrale brillante, on observe seulement 3 maxima de chaque côté du maximum central. Les maxima successifs sont séparés de 2,2 mm.

a) Calculez la distance entre les fentes.

(2 points)

b) Pour quelle(s) valeur(s) du rapport entre la largeur des fentes et la distance entre les fentes peut-on observer une telle figure d'interférence ?

(2 points)