



le 06/03/2015

“OLYMPIADES DE L'IRSS” prépa kiné
Concours n°3 : épreuve de Physique
Durée : 1 h - Calculatrice interdite

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition sans s'adresser au surveillant en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

Consignes : indiquez dans la grille à rendre en fin d'épreuve votre (vos) réponse(s) à chaque question en cochant en **noir** la (les) case(s) sélectionnée(s) : ; si vous considérez qu'il n'y a aucune bonne réponse, cochez F.

Barème : +1 point pour toute réponse exacte et complète ; 0 dans tous les autres cas. Vous disposez d'une ligne de repentance.

Données :

- la vitesse de propagation de la lumière dans le vide vérifiée : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- la vitesse de propagation du son dans l'air vérifiée : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- la masse du proton est : $m = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- $\lambda_{\text{rouge}} = 0,63 \text{ }\mu\text{m}$ dans le vide ou dans l'air
- constante de Planck : $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Aide aux calculs :

- $\pi \sqrt{0,05} \approx 0,70$; $\pi \sqrt{5} \approx 7,0$; $\pi \sqrt{0,5} \approx 2,2$; $\pi^2 = 10$
- $\frac{1}{1,2} \approx 0,84$; $2,1 \times 1,6 \approx 3,3$; $317 \times 365 = 340^2$; $\frac{6,6}{3,2 \times 1,6} \approx \frac{3,9}{3,0}$
- $\log 2 = 0,30$; $\tan 7^\circ = 0,12$; $\cos 53^\circ \approx 3/5$

Q1) Une perturbation se propage le long d'une corde élastique. À la date $t = 0 \text{ s}$, le front de l'onde quitte le point S (extrémité de la corde). Le retard du point M par rapport au point S est de 60 ms et la distance SM est de 2,4 m.

A) L'onde se propage à la vitesse de 40 cm.s^{-1} .

La vitesse de propagation dépend de la tension et de la masse linéique de la corde.

B) L'unité légale de la tension F est le kg.m.s^{-2} .

C) Si la vitesse de propagation v est de 20 m.s^{-1} et si la masse linéique μ vaut 10 g.m^{-1} alors la tension F peut admettre pour valeur 4,0 N.

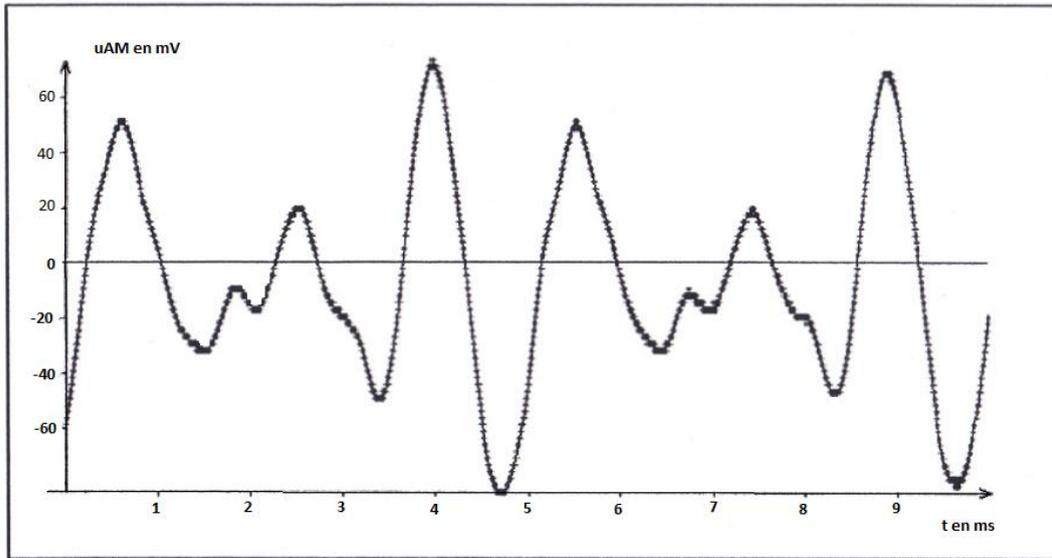
On fixe un vibreur à l'extrémité de la corde tendue et une onde de fréquence $f = 25 \text{ Hz}$ se propage le long de la corde à la vitesse $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$.

D) La longueur d'onde λ vaut 8,0 cm.

Un point M' se trouve à 5,2 m de la source S.

E) Les points M et M' vibrent en phase.

- Q2)** On enregistre la note jouée sur un violon à l'aide d'un microphone relié à une interface d'acquisition. On obtient le graphique ci-dessous :



- A) Le signal étant périodique, il s'agit d'un son pur.
 B) La longueur d'onde, dans l'air, de l'onde sonore est d'environ $\lambda = 3,4$ m.

Le spectre en fréquence obtenu à partir de cet enregistrement montre un pic pour les cinq premiers harmoniques.

- C) La fréquence du troisième pic est 600 Hz.

Le public reçoit un son de niveau sonore $L = 60$ dB si un violoniste joue seul.

- D) Le violon émet un son d'intensité sonore 10^{-5} W.m^{-2} .

Dans un orchestre, vingt violonistes jouent la même note avec le même niveau sonore que précédemment.

- E) Le son entendu par le public a un niveau sonore de 73 dB.

- Q3)** Un klaxon émet une onde sonore de fréquence fondamentale $f_E = 340$ Hz.

- A) L'onde sonore est une onde électromagnétique longitudinale.
 B) En traversant une ouverture de largeur $L = 80,0$ cm, l'onde émise par le klaxon n'est pas diffractée.

Le klaxon est installé sur un véhicule roulant à la vitesse $V_E = 90 \text{ km.h}^{-1}$. Le véhicule passe à proximité d'un piéton immobile par rapport au sol.

- C) Dans le cas où le véhicule s'éloigne du piéton, le son reçu par le piéton a une fréquence plus petite

que la fréquence du klaxon et vérifie la relation : $f_R = f_E \cdot \frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} - v_E}$

- D) Le piéton entend un son plus grave dont la fréquence est de 317 Hz.
 E) Ce phénomène n'est pas perceptible par le récepteur si la source est immobile et le récepteur est en mouvement par rapport au sol.

- Q4)** On éclaire deux fentes fines parallèles distantes de $a = 0,63 \text{ mm}$ à l'aide d'un faisceau laser rouge. On place un écran à $2,0 \text{ m}$ des fentes pour observer la figure d'interférence.
- A) L'interfrange i a pour valeur $i = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.
- B) Si on utilise un laser vert, l'interfrange augmente.

On éclaire à présent, ces fentes par une diode laser de fréquence $f = 5,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ et placée sur l'axe de symétrie du système. On note δ la différence de marche. En un point A de l'écran, situé au-dessus du point O intersection de l'axe de symétrie avec l'écran, on mesure $\delta_1 = 1,5 \text{ }\mu\text{m}$. Au point B situé au-dessus du point A sur l'écran, on mesure $\delta_2 = 3,6 \text{ }\mu\text{m}$.

- C) En O, on observe une frange sombre.
- D) En A, on observe une frange sombre.
- E) Entre les points A et B (exclus), on compte 3 franges sombres et 3 franges brillantes.
- Q5)** Dans le cadre de la dualité onde-corpuscule :
- A) Louis de Broglie postule qu'une onde de longueur d'onde λ peut être associée à une particule de quantité de mouvement p . Il en déduit la relation : $p = h \cdot \lambda$ où h est la constante de Planck.
- B) En comparant la figure d'interférence obtenue avec une lumière et une figure d'interférence obtenue avec des électrons, on montre que les particules de matière présentent un comportement ondulatoire.
- C) L'effet Compton s'observe lors de la collision entre électrons et photons et la longueur d'onde du photon se conserve lors de la collision.
- D) L'effet photoélectrique consiste en l'émission d'électrons par des métaux convenablement éclairés. Cette expérience démontre l'aspect particulaire de la lumière.
- E) Un photon d'énergie $E = 2,1 \text{ eV}$ appartient au domaine ultraviolet.

- Q6)** Le potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ est radioactif et se désintègre en donnant de l'argon ${}^{40}_{18}\text{Ar}$. La demi-vie du potassium 40 est de 1,5 milliards d'années.
- A) Ces deux noyaux ne sont pas des isotopes.
- B) Un antineutrino accompagne cette désintégration.
- C) Lors d'une désintégration, il y a conservation du nombre de protons.

L'analyse d'une météorite montre la présence de potassium 40 et d'argon 40. On suppose que l'argon 40 provient uniquement de la désintégration du potassium 40 qui débute dès la formation de la météorite à la date $t = 0$. À la date t , on mesure : $N_{\text{K}}(t) = 1,5 \cdot 10^8$ noyaux et $N_{\text{Ar}}(t) = 3,5 \cdot 10^8$ noyaux.

- D) À la date $t = 0$, il n'y avait aucun noyau de potassium 40.
- E) L'âge de la météorite est de 3,0 milliards d'années.
- Q7)** L'énergie nécessaire à un atome pour passer de l'état fondamental à l'état ionisé s'appelle l'énergie d'ionisation E_i . Pour l'atome d'hélium, $E_i = 24,6 \text{ eV}$.
- A) En admettant que l'ion hélium formé a une énergie nulle, l'énergie de l'atome d'hélium dans son état fondamental est de $-24,6 \text{ eV}$.

L'atome d'hélium se trouve au niveau d'énergie $E_2 = -21,4 \text{ eV}$.

- B) La longueur d'onde de la radiation émise lors de la désexcitation vers l'état fondamental se calcule par
- $$\lambda_{2 \rightarrow 1} = (E_2 - E_1) / hc$$
- C) $\lambda_{2 \rightarrow 1} \approx 390 \text{ nm}$ et correspond à une radiation ultraviolette.
- D) L'atome peut absorber toutes les radiations pour changer de niveau d'énergie.
- E) L'atome d'hélium, dans son état fondamental, est percuté par un électron d'énergie $27,0 \text{ eV}$. Ce choc peut provoquer l'extraction d'un électron avec une énergie maximale de $5,60 \text{ eV}$.

- Q8)** Le centre d'inertie d'un solide de masse $m = 500 \text{ g}$ est en mouvement. Il possède, à chaque instant, les coordonnées suivantes dans un repère orthonormé : $x(t) = 3t$ et $y(t) = 4t^2 + 6t$.
- A) Le mouvement est rectiligne.
 - B) À la date $t = 0$, le centre d'inertie est à l'origine du repère.
 - C) À la date $t = 500 \text{ ms}$, $v = 36,0 \text{ km.h}^{-1}$.
 - D) L'accélération est constante et vaut $8,00 \text{ m.s}^{-1}$.
 - E) La valeur F de la somme vectorielle des forces extérieures auxquelles est soumis le solide vaut 400 mN .

- Q9)** Une locomotive de masse $m_1 = 3,00 \text{ t}$ avance sur un rail horizontal et rectiligne à la vitesse $v_1 = 14,4 \text{ km.h}^{-1}$ dans un référentiel terrestre. On néglige tout frottement.
- A) La quantité de mouvement de la locomotive dans un référentiel terrestre peut être représentée par un vecteur \vec{p}_1 parallèle aux rails et orienté dans le sens du mouvement.
 - B) La quantité de mouvement de la locomotive dans le référentiel terrestre est $p_1 = 120 \text{ kg.m.s}^{-1}$.

Cette locomotive s'accroche à un wagon de masse $m_2 = 1,00 \text{ t}$ initialement immobile.

- C) Après l'accrochage, la vitesse du système {locomotive + wagon} a pour expression :
$$V = \frac{m_1 v_1}{m_2}$$
- D) La vitesse v du système est de $3,00 \text{ m.s}^{-1}$.

Le système roule à la vitesse de $18,0 \text{ km.h}^{-1}$. Pour s'immobiliser totalement, la locomotive actionne le freinage. Le système subit alors une force de frottement constante et parallèle aux rails de valeur $f = 25,0 \text{ N}$.

- E) La distance de freinage vaut $d = 200 \text{ m}$.

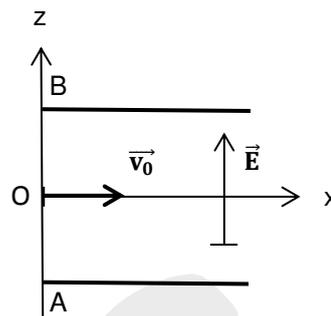
- Q10)** On peut lire dans une documentation relative à une rame de TGV que celle-ci a une masse $M = 380 \text{ t}$ à vide et 425 t en charge, une longueur $L = 200 \text{ m}$, une vitesse de croisière en palier (mouvement uniforme horizontal) $v = 300 \text{ km/h}$. On considère que le train roule sur un sol horizontal.
- A) Sachant que le train met 7 minutes pour passer de l'arrêt à sa vitesse de croisière, son accélération supposée constante pendant cette phase, est d'environ $0,20 \text{ m.s}^{-2}$.
 - B) Ce train de masse 420 t , passe sur un pont de 570 m de long alors qu'il roule à 300 km/h . Or ce pont fait un bruit caractéristique dès qu'une partie du train roule sur lui. Ce bruit dure par conséquent environ 7 secondes.
 - C) Toujours à la même vitesse, ce train aborde une courbe dont le rayon de courbure est de 7 km . Sachant que les passagers ne sont pas attirés vers les parois latérales des wagons pendant ce tournant, on en déduit que la voie est relevée d'un angle d'environ 7° .
 - D) La puissance électrique consommée étant de $2\,400 \text{ kW}$ en palier et les pertes dues aux frottements au niveau de la motrice étant estimées à $8,4 \%$, l'intensité des forces de frottements opposées à l'avancement du train lorsqu'il roule à 300 km/h en palier est d'environ $1\,200 \text{ N}$.

- Q11)** Un enfant tire, avec un pistolet, une fléchette de masse $m = 10,0 \text{ g}$ verticalement vers le haut à la vitesse $v_0 = +5,00 \text{ m.s}^{-1}$. A la date $t = 0$, l'altitude de la fléchette est $z_0 = +1,50 \text{ m}$. On néglige les frottements de l'air.

Donnée : $E_p(z=0) = 0 \text{ J}$.

- A) Lors du mouvement, la fléchette est en chute libre.
- B) La fléchette arrive au sommet de la trajectoire à la date $t_S = 500 \text{ ms}$.
- C) Le sommet de la trajectoire de la fléchette se trouve à l'altitude $z = 2,75 \text{ m}$.
- D) À la date $t = 1,00 \text{ s}$, la vitesse de la fléchette est de $+5,00 \text{ m.s}^{-1}$.
- E) Le travail du poids entre le tir et le sommet de la trajectoire est $W = 125 \text{ mJ}$.

- Q12)** Un noyau d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ pénètre, avec une vitesse \vec{v}_0 dans un champ électrique uniforme \vec{E} entre deux plaques métalliques reliées à un générateur.



Donnée : $E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ V.m}^{-1}$

- A) La plaque B est reliée à la borne positive du générateur.
 B) La force électrique exercée sur le noyau à la date $t = 0$ a pour intensité $F = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.
 C) Le vecteur accélération de la particule est dirigé verticalement et est orienté vers le bas sur le schéma.
 D) L'accélération est constante et vaut $a = 5,0 \cdot 10^{11} \text{ m.s}^{-2}$
 E) L'équation de la trajectoire s'écrit :
$$z = \frac{qE}{2mv_0^2} x + v_0$$

- Q13)** Un pendule élastique est constitué d'un solide de centre d'inertie G, de masse $m = 500 \text{ g}$, relié à un ressort de raideur $k = 5,0 \text{ N.m}^{-1}$. Le solide peut coulisser sans frottement sur une tige horizontale. À l'équilibre, le centre d'inertie coïncide avec l'origine de l'axe et l'énergie potentielle élastique est nulle. Le mouvement du solide est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. On écarte le solide de sa position d'équilibre telle que $x = -2,0 \text{ cm}$ puis on le lâche sans vitesse initiale.

- A) L'équation différentielle du mouvement s'écrit :
$$\ddot{x} - \frac{k}{m} x = 0$$

 B) La fréquence des oscillations est $f = 5,0 \text{ Hz}$.
 C) À l'abscisse $x = +2,0 \text{ cm}$ la tension F du ressort vaut 10 N .
 D) À un instant t : $x(t) = -6,0 \text{ mm}$. L'énergie cinétique a alors pour valeur $E_c = 0,91 \text{ mJ}$.
 E) À cet instant t , l'énergie potentielle est positive.

- Q14)** Un pendule simple est constitué d'une boule de masse $m = 10 \text{ g}$ suspendue à un fil inextensible de longueur $L = 50 \text{ cm}$. On néglige les frottements de l'air.

- A) La période du pendule est $T \approx 1,4 \text{ s}$.
 B) Ce pendule battrait la seconde si sa longueur était divisée par 2 environ.

La boule est lâchée d'un angle $\theta_0 = 53^\circ$ sans vitesse initiale. L'origine de l'énergie potentielle est prise à la position d'équilibre.

- C) L'énergie du pendule en ce point du lâcher est $E_0 \approx 20 \text{ mJ}$.
 D) La vitesse du pendule au passage par la position d'équilibre est de $2,0 \text{ m.s}^{-1}$.
 E) On utilise dorénavant une horloge atomique pour les mesures précises de durée dont le principe repose sur la fréquence de rayonnement qui accompagne la transition entre deux niveaux d'énergie de l'atome de césium 133.

Q15) Un satellite artificiel est placé en orbite circulaire basse : le rayon de sa trajectoire est $r_1 = 6\,700$ km et sa période est $T_1 = 1$ heure 30 minutes. On veut le faire passer en orbite géostationnaire.

A) La vitesse du satellite sur l'orbite de rayon r_1 a pour valeur approchée 8 km/s

B) La vitesse v_2 sur l'orbite géostationnaire s'écrit :
$$v_2 = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} \cdot v_1$$

C) Entre les deux trajectoires, la variation d'énergie cinétique s'écrit :
$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_1^2 \left[\frac{r_1 - r_2}{r_2} \right]$$

D) Entre les deux trajectoires, la variation d'énergie potentielle s'écrit :

$$\Delta E_p = m v_1^2 \left[\frac{r_2 - r_1}{r_1} \right]$$

E) Pour faire passer le satellite de l'orbite basse à l'orbite géostationnaire, il faut lui fournir l'énergie :

$$\Delta E = \frac{1}{2} \Delta E_p$$

Q16) Selon la théorie de la relativité restreinte d'Einstein :

A) la vitesse de propagation de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels

B) la durée propre est définie par la durée mesurée avec une horloge immobile par rapport à un objet.

Deux horloges, initialement synchronisées, sont associées à deux référentiels différents. La première est fixe dans un référentiel terrestre, la seconde est liée à un référentiel en mouvement par rapport au référentiel terrestre.

C) Une durée mesurée d'un phénomène est toujours supérieure ou égale à sa durée propre.

D) L'horloge 1 avance par rapport à l'horloge 2.

E) Plus la vitesse du référentiel augmente, plus la dilatation des durées devient perceptible.

Q17) Une image numérique est divisée en pixels disposés en ligne et en colonne. Chaque pixel est composé de trois sous-pixels. Chaque sous-pixel est codé par un octet utilisant le code binaire.

A) Le chiffre 3 en code binaire s'écrit 110.

B) Il faut 256 bits pour coder un pixel en RVB.

C) Un pixel peut prendre 256 couleurs différentes.

D) Un pixel codé R0V0B0 est blanc.

E) Un pixel codé R255V0B255 est jaune.

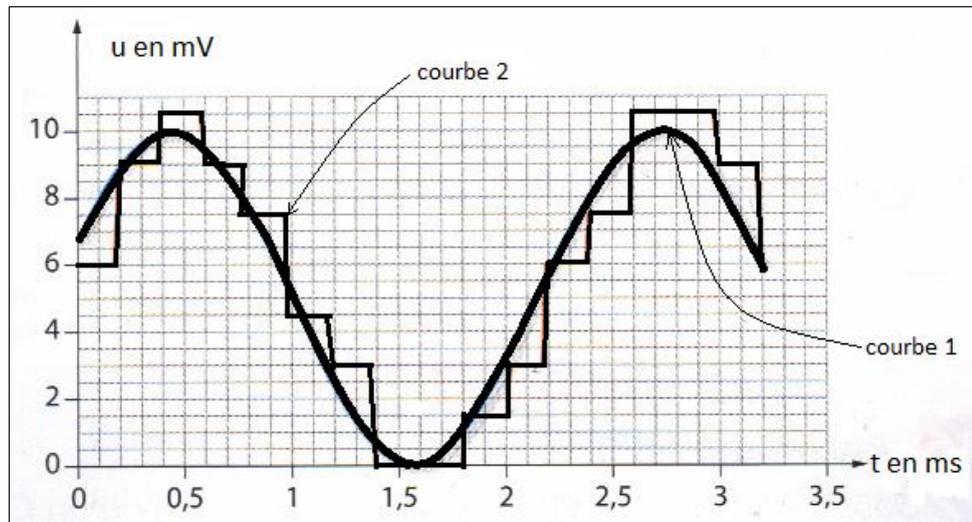
Q18) Un sms comportant 24 caractères est transmis entre deux téléphones portables en 0,80 s. Un caractère est codé par un octet.

A) La propagation de ce signal entre deux antennes relais est guidée.

B) Le débit binaire est de 30 bps.

C) Avec le même débit binaire, une image codée en RVB de taille 100 pixels \times 200 pixels est transmise en environ 30 minutes, chaque pixel étant codé de la même manière que dans la question Q17.

On enregistre à l'aide d'un microphone relié à une interface, la note La₃ (courbe 1). Le signal numérisé est représenté par la courbe 2.



- D) Le pas de quantification est de 1,5 ms.
 E) La fréquence d'échantillonnage est de 2,5 kHz.

Q19) On mélange un échantillon A d'eau de capacité thermique $C_A = 380 \text{ J.K}^{-1}$ à la température initiale $T_A = 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ avec un échantillon B d'eau de capacité thermique $C_B = 120 \text{ J.K}^{-1}$ à la température initiale $T_B = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$. On admet qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec l'extérieur.

- A) La température finale du mélange est $T = 27,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

À travers une paroi plane de surface S , l'énergie thermique circule dans le sens des températures décroissantes.

- B) Le transfert se fait par conduction thermique.
 C) Le transfert est d'autant plus rapide que l'épaisseur augmente.

On considère deux matériaux dont les conductions thermiques valent (en $\text{mW.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) : $\lambda_1 = 26,0$ et $\lambda_2 = 920$.

- D) Pour une bonne isolation, il vaut mieux utiliser le matériau 1.

On considère un mur de surface $S = 20,0 \text{ m}^2$ et d'épaisseur $e = 10,0 \text{ cm}$ avec le matériau n°2. La température extérieure est de $5,00 \text{ }^\circ\text{C}$ et la température intérieure est de $22,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Le flux thermique a pour valeur $25,0 \text{ W}$.

- E) La résistance thermique R_{th} du mur vaut $0,640 \text{ K.W}^{-1}$.

Q20) Sous pression atmosphérique normale, calculer l'énergie nécessaire pour amener intégralement $m = 10,0 \text{ kg}$ de glace prise à 0°C , à l'état de vapeur à $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Données : chaleur latente de fusion de la glace $L_f = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$; chaleur latente de vaporisation de l'eau $L_v = 2,22.10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$; chaleur massique de l'eau : $c_e = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; chaleur massique de la glace : $c_g = 2,10 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

A) $2,97.10^3 \text{ J}$	B) $-2,97.10^3 \text{ kJ}$	C) $-2,97.10^4 \text{ J}$	D) $2,97.10^4 \text{ kJ}$
--------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------