

Remarques importantes à lire attentivement :

- Cette épreuve se compose de quatre exercices indépendants, comprenant un total de 30 questions.
- Pour chaque question, une seule réponse est correcte, et le candidat doit la cocher sur la feuille de réponse fournie. Il est à noter que, dans toutes les questions, l'une des propositions fournies est « Autre Réponse notée AR ».

Exercice 1 : La Physique au Service du Football

Le 19 juin 2025, lors de la Coupe du Monde des Clubs, Lionel Messi (Inter Miami) tire un coup franc à une distance $d_2 = 20$ m du but. Le ballon, lancé depuis l'origine O , passe juste au-dessus du mur à la hauteur $h_1 = 2$ m et situé d'une distance $d_1 = 8$ m de l'origine O , puis atteint la lucarne juste en dessous de la barre transversale du but, à la hauteur $h_2 = 2,44$ m (voir Fig. 1). La vitesse initiale est donnée par : $\vec{V}_0 = v_{0x} \vec{e}_x + v_{0z} \vec{e}_z$. Dans cette étude, on adopte un référentiel terrestre galiléen $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_z)$, où OX est horizontal (direction du tir) et OZ vertical vers le haut. On néglige les frottements de l'air et on modélise le ballon comme un point matériel de masse m et de coordonnées (x, z) . L'intensité du champ de pesanteur est $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Q31. L'équation de la trajectoire s'écrit $z = ax^2 + bx$. Le couple (a, b) est :

- A. $\left(\frac{-g}{2v_{0x}^2}, \frac{v_{0z}}{v_{0x}}\right)$ B. $\left(\frac{g}{2v_{0x}^2}, \frac{v_{0z}}{v_{0x}}\right)$ C. $\left(\frac{-g}{v_{0x}}, v_{0z}\right)$ D. $\left(\frac{-g}{2}, v_{0z}\right)$ E. AR

Q32. La vitesse verticale s'écrit : $v_{0z} = cv_{0x} + \frac{d}{v_{0x}}$. Le couple (c, d) peut être d'après les données :

- A. $\left(\frac{h_2}{d_1}, \frac{gd_1}{2}\right)$ B. $\left(\frac{h_1}{d_2}, \frac{gd_2}{2}\right)$ C. $\left(-\frac{h_2}{d_2}, \frac{gd_2}{2}\right)$ D. $\left(\frac{h_1}{d_1}, \frac{gd_1}{2}\right)$ E. AR

Q33. La vitesse horizontale s'écrit : $v_{0x} = \sqrt{\frac{ge}{2}}$. L'expression de e est :

- A. $\frac{d_2^2 d_1 - d_1^2 d_2}{h_1 d_2 - h_2 d_1}$ B. $\frac{d_2^2 d_1 + d_2 d_1^2}{d_2 h_1 - h_2 d_1}$ C. $\frac{d_2^2 + d_1^2}{d_2 h_1 - h_2 d_1}$ D. $\frac{d_2^2 d_1 - d_2 d_1^2}{d_2 h_1 + h_2 d_1}$ E. AR

Q34. La valeur numérique approximative du couple (v_{0x}, v_{0z}) en m/s est :

- A. (31.6, 13.6) B. (28.0, 7.26) C. (35.5, 68.0) D. (21.68, 7.26) E. AR

Q35. La valeur approximative de la norme de $\vec{v}_0$ en m/s est :

- A. 27.6 B. 8.0 C. 15.5 D. 22.87 E. AR

Q36. Physiquement et selon les données fournies, la vitesse initiale $\vec{v}_0$ peut être :

- A. Unique B. Double C. Double si $h_1 < h_2$ D. Unique si $h_1 < h_2$ E. AR

Q37. En présence de frottements, la vitesse initiale réelle v_{0r} du ballon est :

- A. $v_{0r} > v_0$ B. $v_{0r} < v_0$ C. $v_{0r} = v_0$ D. Indéterminable E. AR

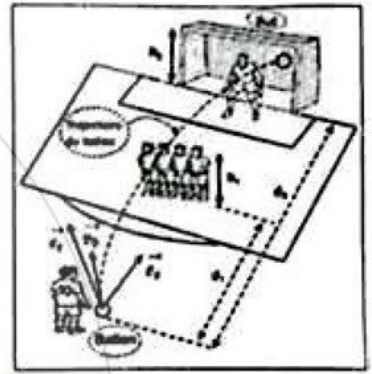


FIGURE 1 - Tir de Messi schématisé

Exercice 2 : Yahya défie la gravité pour rejoindre Lokmane

Yahya est un cascadeur supposé ponctuel (S), de masse m . Il démarre du point A à l'instant $t = 0$ avec une vitesse initiale $\vec{v}_A$. Il suit une piste AB inclinée d'un angle β par rapport à l'horizontale, puis une portion courbe BO. Depuis le point O, il s'élance avec une vitesse $\vec{v}_0$, formant un angle α avec la verticale, dans le but d'atteindre son frère Lokmane au point P, situé au-delà d'un lac de largeur L (voir Figure. 2). On néglige les frottements et les référentiels sont pris galiléens. Le champ de pesanteur est noté $\vec{g}$.

Q38. En appliquant la 2^e loi de Newton dans le repère (A, x, y) . Le couple des coordonnées (a_x, a_y) de l'accélération $\vec{a}$ de (S) est :

- A. $(g, 0)$ B. $(0, g)$ C. $(-g \cos \beta, 0)$ D. $(g \sin \beta, 0)$ E. AR

Q39. L'instant d'arrivée au point B est $t_B = \frac{-v_A + \sqrt{\Delta}}{g \sin \beta}$. L'expression de Δ est :

- A. $v_A^2 + ABg \sin \beta$ B. $v_A^2 + 2ABg \cos \beta$
C. $v_A^2 - 2ABg \sin \beta$ D. $v_A^2 + 2ABg \sin \beta$ E. AR

Q40. La vitesse au point B, s'écrit : $v_B = \sqrt{\Delta'}$. Δ' est donnée par :

- A. $1 + \Delta$ B. Δ C. 2Δ D. 3Δ E. AR

Q41. Dans le repère (O, x', y') , la trajectoire est donnée par $y' = a'x'^2 + b'x'$. Le couple (a', b') est :

- A. $\left(\frac{-g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha}, \frac{1}{\tan \alpha}\right)$ B. $\left(\frac{-g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}, \sin \alpha\right)$ C. $\left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}, \tan \alpha\right)$ D. $\left(\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha}, \tan \alpha\right)$ E. AR

Q42. La vitesse initiale minimale pour franchir le lac de largeur L peut être donnée par : $v_{0\min}^2 = \frac{gL^2 \tan \alpha}{2F}$. L'expression de F est :

- A. $\sin^2 \alpha (L - D \tan \alpha)$ B. $\sin \alpha (L - D \cos \alpha)$ C. $\cos^2 \alpha (L + D \tan \alpha)$ D. $\sin^2 \alpha (L + D \tan \alpha)$ E. AR

Q43. À l'arrivée sur mur (point P), la vitesse horizontale peut s'écrire sous la forme : $v_p = \frac{v_0 \cdot c'}{\sqrt{d'}}$. Le couple (c', d') est :

- A. $(2D, 4D^2 + L^2)$ B. $(D, 2D^2 + L^2)$ C. $(2L, 4L^2 + D^2)$ D. $(L, L^2 + 4D^2)$ E. AR

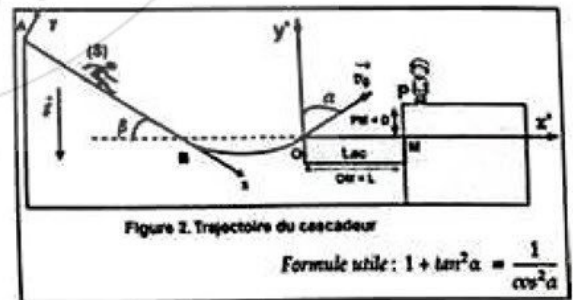


Figure 2. Trajectoire du cascadeur

Formule utile : $1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

Exercice 3 : Détermination expérimentale d'une inductance

On étudie le fonctionnement du circuit représenté sur la Figure 3.a, constitué des éléments suivants : générateur de tension de force électromotrice $E = 3,75 \text{ V}$; une résistance $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$; deux résistances R_2 ; une résistance $R_3 = 200 \Omega$; un condensateur C ; une bobine d'inductance L avec résistance interne $r = 50 \Omega$ et un commutateur K .

- Q44. À $t = 0$, le commutateur est en position 1. L'équation différentielle vérifiée par la tension U_C aux bornes de C est : $\frac{dU_C}{dt} + e U_C = f$. Le couple (e, f) est :
 A. $\left(\frac{1}{CR_1}, \frac{E}{R_1}\right)$ B. $\left(\frac{2R_1+R_2}{R_1R_2C}, \frac{2E}{R_1}\right)$ C. $\left(\frac{R_1+R_2}{CR_1}, \frac{2E}{R_1R_2}\right)$ D. $\left(\frac{R_1+2R_2}{CR_1R_2}, \frac{E}{R_2}\right)$
 E. AR

- Q45. La solution $U_C(t)$ s'écrit : $U_C(t) = A'(1 - e^{-t/\tau})$. Le couple (A', τ) est :
 A. $\left(\frac{E}{3}, R_1C\right)$ B. $\left(\frac{2ER_1}{2R_1+R_2}, \frac{R_1R_2C}{2R_1+R_2}\right)$ C. $\left(\frac{E}{3}, \frac{2R_1+R_2C}{3}\right)$ D. $\left(\frac{2E}{3}, R_2C\right)$ E. AR

- Q46. En exploitant la Figure 3.b représentant l'intensité i en fonction de la charge q du condensateur $i = f(q)$, le couple (R_2, C) en $(\text{k}\Omega, \mu\text{F})$ est :
 A. (1, 3.73) B. (2, 4.62) C. (1.5, 7.55) D. (3, 3.16) E. AR

- Q47. L'énergie E (en joules) emmagasinée par le condensateur en régime permanent est :
 A. $1,16 \times 10^{-5}$ B. $9,25 \times 10^{-6}$ C. $7,50 \times 10^{-6}$ D. $3,87 \times 10^{-6}$ E. AR

- Q48. À une nouvelle origine des dates, on bascule le commutateur en position 2. L'équation différentielle vérifiée par la tension U_L aux bornes de la bobine s'écrit : $(R_3 + r)U_L + g \frac{dU_L}{dt} = hE$. Le couple (g, h) est :
 A. (R_3, r) B. (L, r) C. (r, L) D. (E, Lr) E. AR

- Q49. La solution U_L vérifie : $(R_3 + r)U_L = \alpha + \beta e^{-t/\tau}$. Sachant que $U_L(0) = E$, le couple (α, β) est :
 A. $(R_3, r + E)$ B. (EL, rE) C. (ER_3, LE) D. (rE, ER_3) E. AR

- Q50. La tension U aux bornes de R_3 vérifie : $(R_3 + r)U(t) = T(1 - e^{-t/\tau})$. L'expression de T est :
 A. ER_3 B. $E(R_3 + r)$ C. $E\tau$ D. $E\tau R_3$ E. AR

- Q51. La courbe de la Figure 3.c représente $\ln\left(\frac{T}{T - U(R_3 + r)}\right)$ en fonction du temps. En l'exploitant, la valeur de τ en μs est :
 A. 20 B. 8 C. 100 D. 80 E. AR

- Q52. L'expression de τ est :
 A. $\frac{L}{r + R_3}$ B. $\frac{E}{R_3 + r}$ C. $L(R_3 + r)$ D. (L, rE) E. AR

- Q53. La valeur numérique de l'inductance L de la bobine en (mH) est :
 A. 2 B. 8 C. 90 D. 200 E. AR

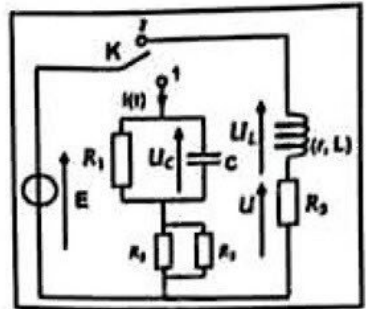


Figure 3.a

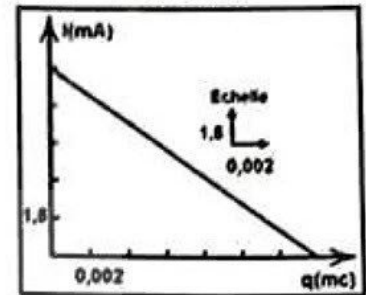


Figure 3.b

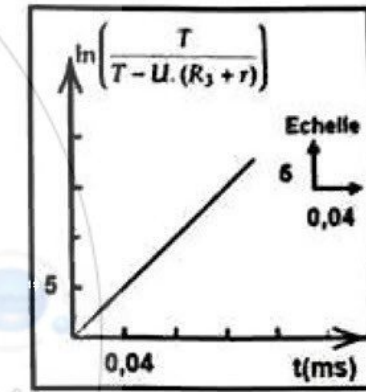
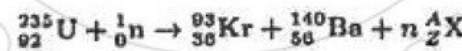


Figure 3.c

Exercice 4 : Bombe atomique

Une des réactions de fonctionnement d'un cœur de réacteur est :



- Q54. Cette transformation nucléaire est une :
 A. Fission nucléaire B. Fusion nucléaire C. Désintégration β^- D. Capture électronique E. AR

- Q55. La particule X émise dans cette transformation est :
 A. ${}^4_2\text{He}$ B. ${}^1_1\text{H}$ C. ${}^1_0\text{n}$ D. ${}^0_{-1}\text{e}$ E. AR

- Q56. L'énergie E_0 libérée au cours de cette transformation vaut environ :
 A. 153,8 MeV B. 172,0 MeV C. 175,6 MeV D. 168,4 MeV E. AR

- Q57. L'énergie maximale libérée en joules avec une masse de 1 kg d'uranium 235 est :
 A. $6,62 \times 10^{13} \text{ J}$ B. $1,60 \times 10^{12} \text{ J}$ C. $8,28 \times 10^{13} \text{ J}$ D. $7,06 \times 10^{13} \text{ J}$ E. AR

- Q58. Si les barres de contrôle ne sont plus présentes, l'énergie après $n^{\text{ème}}$ génération suit une loi de type :
 A. $E_n = E_0 \times n$ B. $E_n = E_0 \times 2^n$ C. $E_n = E_0 \times 3^n$ D. $E_n = E_0 + 3n$ E. AR

- Q59. L'énergie libérée pour $n = 50$ est :
 A. $> 10^{52} \text{ J}$ B. 10^{20} J C. $< 10^8 \text{ J}$ D. $1,97 \times 10^{13} \text{ J}$ E. AR

- Q60. Quelle application militaire utilise cette propriété ?
 A. Bombe Atomique B. Avion nucléaire C. Réacteur sous-marin D. Tomographie nucléaire E. AR

Données :

Masse des noyaux en u :

${}^{235}_{92}\text{U}$: 235,0440 u, ${}^{93}_{36}\text{Kr}$: 92,9312 u, ${}^{140}_{56}\text{Ba}$: 139,9106 u, ${}^1_0\text{n}$: 1,0087 u

Constantes :

$u = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ MeV} = 1,6022 \times 10^{-13} \text{ J}$, $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV } c^{-2}$

Téléchargement: