Série révision 03/Mai.2026 – Corrigé

Exercice N°1 :Bac DZ -M-2023

1 تعريف النواة المشعة:

النواة المشعة هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتكون نواة أكثر استقرار مع إصدار اشعاعات.

*خصائص النشاط الاشعاعي:

تلقائي، عشوائي ، حتمي.

1.2. إيجاد كلا من A و Z مع تحديد النواة الناتجة:

بتطبيق قانوني الانحفاظ نجد: $A=137$ ، $Z=56$

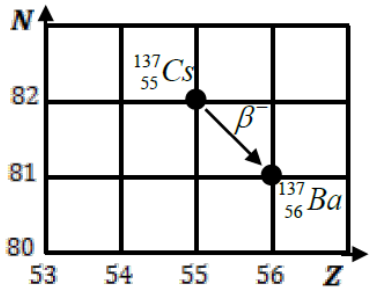
النواة الناتجة هي: $^{137}_{56}Ba$

2.2. نمط التفكك و تفسير كيفية حدوثه:

– تفكك β^- .

– يتحول نترون الى بروتون داخل النواة مع انبعاث الكترون وفق المعادلة: $^1_0n \longrightarrow {}^1_1P + {}^0_{1-}e$

3.2. تمثيل التحول الحادث في مخطط المقابل (N,Z) :



$$^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^0_{1-}e$$

1.3. تحديد زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

$$t_{1/2} = 30,2\ ans$$

2.3. قانون تناقص النشاط $A(t)$:

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

*إثبات العبارة $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$:

لما $t = t_{1/2}$ فإن $A(t_{1/2}) = \dfrac{A_0}{2}$ بالتعويض بعبارة $A(t)$ نجد $\dfrac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda . t_{1/2}}$ نجد العبارة المطلوبة $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

3.3. حساب كتلة السيزيوم الابتدائية $m_0(^{137}Cs)$:

$$A_0 = \lambda . N_0 \quad \text{و} \quad N_0 = \frac{m_0}{M} N_A \quad \text{و منه:} \quad m_0 = \frac{A_0 M}{N_A \lambda} = \frac{A_0 . M . t_{1/2}}{N_A . \ln 2}$$

(تطبيق عددي): $m_0 = \dfrac{3\times 10^{10} \times 137 \times (30,2 \times 31557600)}{6,02.10^{23} \times 0,693}$ نجد $m_0 = 9,39\times 10^{-3}\ g$

4. حساب المدة الزمنية لتفكك 99% من السيزيوم ^{137}Cs للتخلص من الأثار السلبية:

$$\frac{A_0}{100} = A_0 e^{-\frac{Ln2}{t_{1/2}} t} \Rightarrow t = \frac{t_{1/2}}{Ln2} . Ln100$$ نجد $t \simeq 200,5\ ans$

5. هل اصبحت المنطقة آمنة في الوقت الحالي؟

ط1)- مدة التخلص من أخطار النشاط الاشعاعي $200,5\ ans$ ، بالمقارنة مع $37\ ans$ فالمنطقة غير آمنة من أخطار الانفجار. (في حدود 2183م تصبح المنطقة آمنة).

ط2)- بحساب نشاط العينة بعد مرور 37 سنة من حدوث الانفجار تكون نسبة نشاط العينة:

$\frac{A(37ans)}{A_0} = e^{-\frac{Ln2}{30,2}(37)} = 43\%$ و بالتالي مازالت المنطقة غير آمنة من أخطار الانفجار.

Exercice N°2 : Bac DZ -M-2024

1.1. تعريف النشاط الإشعاعي: تحول نووي تلقائي لنواة مشعة إلى نواة أخرى أكثر استقرارا مع انبعاث اشعاعات وجسيمات.

2.1. كتابة معادلة تفكك نواة نظير الثّاليوم 201 : $^{201}_{81}Tl \rightarrow {}^{A}_{z}Hg + {}^{0}_{+1}e + \gamma$

حسب قانوني الانحفاظ لصودي: $\begin{cases} 201 = A \\ 81 = Z + 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 201 \\ Z = 80 \end{cases}$

$^{201}_{81}Tl \rightarrow {}^{201}_{80}Hg + {}^{0}_{+1}e + \gamma$

1.2. حساب قيمة النشاط A للمحلول المشع لحظة استعماله:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad , \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t} = 153,9\times10^{6} \times e^{-\frac{\ln 2}{73}\times 24} = 122,5\times10^{6}\ Bq$$

2.2. نشاط العيّنة:

$12,25\times10^{7}\ Bq > 11\times10^{7}\ Bq$ اذن نشاط العيّنة كاف لإجراء عملية التصوير الطبي.

1.3. التعبير عن النسبة $\frac{A_{(^{202}_{81}Tl)}}{A_{(^{201}_{81}Tl)}}$ بدلالة الزمن:

$$A_{(^{201}_{81}Tl)} = A_{01} \cdot e^{-\lambda_{(^{201}_{81}Tl)} \cdot t}$$

منه:

$$A_{(^{202}_{81}Tl)} = A_{02} \cdot e^{-\lambda_{(^{202}_{81}Tl)} \cdot t}$$

$$\frac{A_{(^{202}_{81}Tl)}}{A_{(^{201}_{81}Tl)}} = \frac{A_{02} \cdot e^{-\lambda_{(^{202}_{81}Tl)} \cdot t}}{A_{01} \cdot e^{-\lambda_{(^{201}_{81}Tl)} \cdot t}} = 0,005 \cdot e^{\left(\lambda_{(^{201}_{81}Tl)} - \lambda_{(^{202}_{81}Tl)}\right) \cdot t} = 0,005 \cdot e^{1,982\times10^{-6}t}$$

2.3. المدة الزمنية التي من أجلها تصبح العيّنة غير صالحة للاستخدام:

$$0,02 = 0,005 \cdot e^{1,982\times10^{-6}t} \Rightarrow e^{1,982\times10^{-6}t} = \frac{0,02}{0,005} = 4$$

$$\ln e^{1,982\times10^{-6}t} = \ln 4 \Rightarrow t = \frac{\ln 4}{1,982\times10^{-6}} = 699442,16s = 194,3h$$

---

36 - Masse de l'électron

Effet photoélectrique sur une plaque de cuivre

Donnée : Travail d'extraction du cuivre : $W_{ext}(Cu) = 4{,}71\ eV = 4{,}71 \times 1{,}6 \times 10^{-19}\ J = 7{,}536 \times 10^{-19}\ J$

a. Calcul de la fréquence seuil du cuivre

La fréquence seuil ν_0 est la fréquence minimale pour laquelle l'effet photoélectrique se produit, c'est-à-dire quand toute l'énergie du photon est utilisée pour extraire l'électron :

$$h \times \nu_0 = W_{ext}$$

$$\nu_0 = W_{ext} / h$$

Avec $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J·s (constante de Planck) :

$$\nu_0 = 7{,}536 \times 10^{-19} / 6{,}626 \times 10^{-34}$$

$\nu_0 \approx 1{,}138 \times 10^{15}$ Hz

Seul le rayonnement UV (ultraviolet) peut provoquer l'effet photoélectrique sur le cuivre.

b. Bilan d'énergie — Relation v = f(v)

Un photon d'énergie E = hv est absorbé par un électron. Cette énergie sert à :

- Extraire l'électron du métal (travail d'extraction W_{ext})
- Communiquer à l'électron une énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

D'après la conservation de l'énergie :

$$h\nu = W_{ext} + \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

On en déduit la vitesse d'éjection :

$$\frac{1}{2} \times m \times v^2 = h\nu - W_{ext}$$

$$v^2 = (2h/m) \times \nu - (2W_{ext}/m)$$

$v^2 = (2h/m) \times \nu - (2W_{ext}/m)$

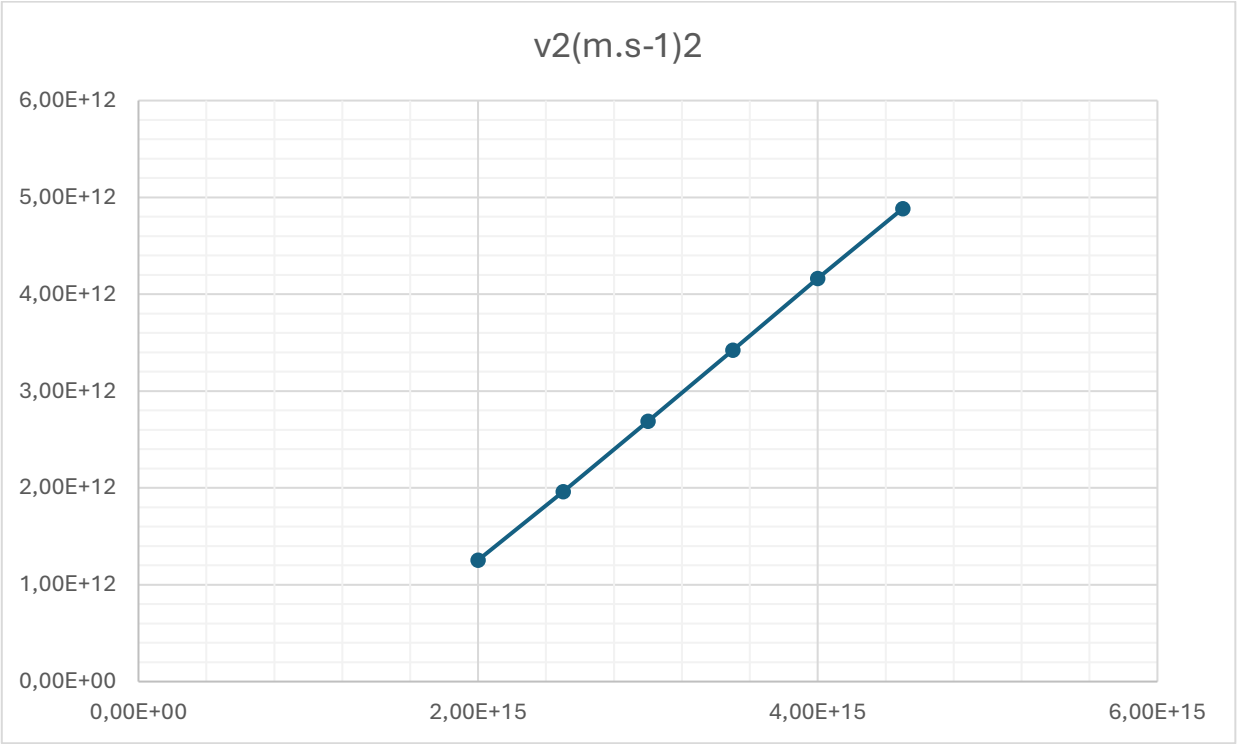
Il s'agit d'une relation affine entre v^2 et ν.

c. Tableau de valeurs pour $v^2 = f(\nu)$

On calcule v^2 pour chaque valeur de ν :

ν (10^{15} Hz)	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
v^2 (10^{12} m²/s²)	1,254	1,960	2,690	3,422	4,162

La courbe $v^2 = f(\nu)$ est une droite affine passant par les points du tableau. Sur papier millimétré :



- Axe des abscisses : v (en 10^{15} Hz), de 0 à 5
- Axe des ordonnées : v^2 (en 10^{12} $m^2 \cdot s^{-2}$), de 0 à 5
- Tracer la droite passant par les 6 points experimentaux
- Calculer la pente graphiquement : pente = $\Delta v^2 / \Delta v$

d. Déduction de la masse de l'électron

D'après la relation : $v^2 = (2h/m) \times v$ + constante

La pente de la droite est :

$$p = 2h / m \quad \Rightarrow \quad m = 2h / p$$

Calcul graphique de la pente (exemple avec deux points de la droite) :

Point 1 : ($v_1 = 2{,}0 \times 10^{15}$ Hz ; $v^2_1 = 1{,}254 \times 10^{12}$ m^2/s^2)

Point 2 : ($v_2 = 4{,}0 \times 10^{15}$ Hz ; $v^2_2 = 4{,}162 \times 10^{12}$ m^2/s^2)

$$p = (4{,}162 - 1{,}254) \times 10^{12} / (4{,}0 - 2{,}0) \times 10^{15}$$

$$p = 2{,}908 \times 10^{12} / 2{,}0 \times 10^{15} \approx 1{,}454 \times 10^{-3}\ m^2 \cdot s^{-2} \cdot Hz^{-1}$$

On en déduit la masse de l'électron :

$$m = 2h / p = 2 \times 6{,}626 \times 10^{-34} / 1{,}454 \times 10^{-3}$$

$m \approx 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg

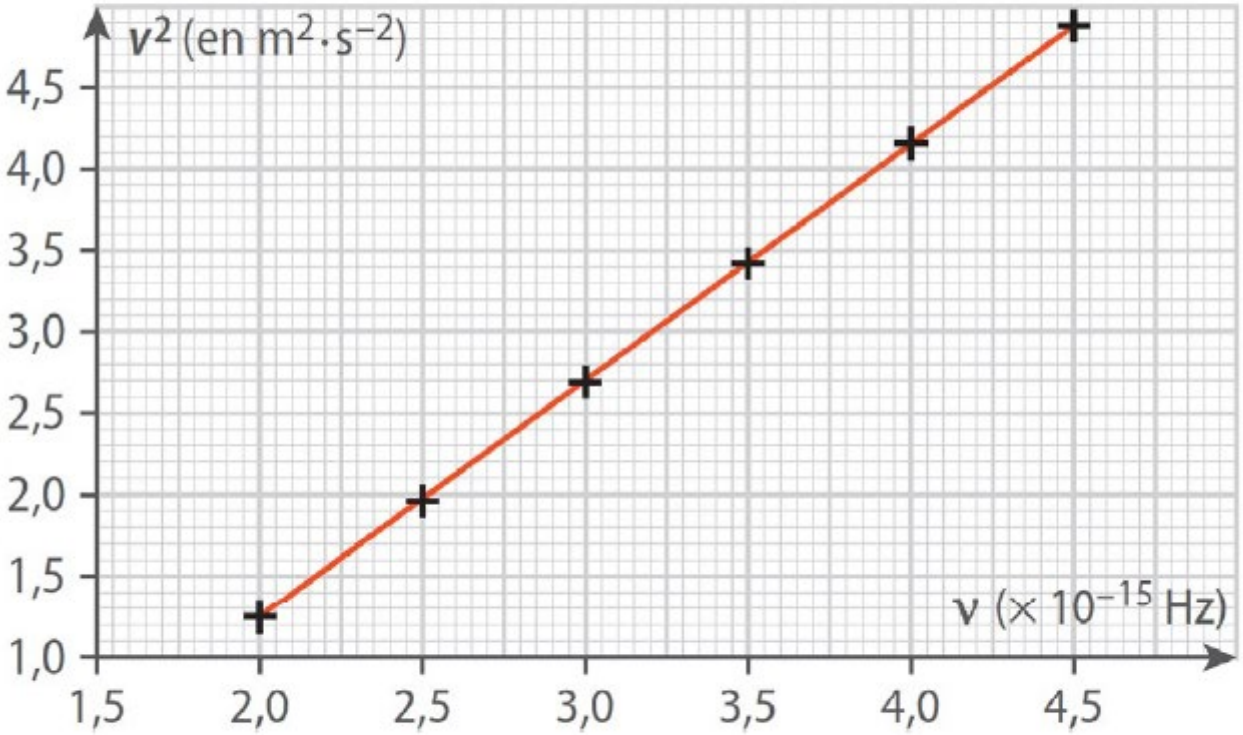
Ce résultat est en excellent accord avec la valeur acceptée de la masse de l'électron : m_e **$= 9{,}109 \times 10^{-31}$ kg.**

Résumé des résultats		
$\nu_0 \approx 1{,}138 \times 10^{15}$ Hz	$v^2 = (2h/m)\nu - (2W_{ext}/m)$	$m \approx 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg

36 a. $\nu_s = \dfrac{W_{ext}(Cu)}{h} = \dfrac{4{,}71 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{6{,}63 \times 10^{-34}} = 1{,}14 \times 10^{15}$ Hz

b. En procédant au bilan d'énergie du cours, on obtient : $v^2 = \dfrac{2h \times (\nu - \nu_s)}{m}$

c. On trace $v^2 = f(\nu)$.



d. C'est une droite de coefficient directeur :

$1{,}45 \times 10^{-3}$ m²·s⁻¹ $= \dfrac{2h}{m}$

On en déduit $m = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg.

40 : La Diode Électroluminescente (DEL)

Exploiter un énoncé — Physique quantique et semi-conducteurs

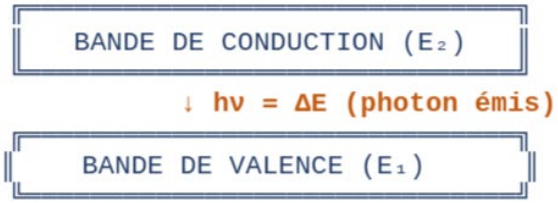
Rappel du principe

Dans une DEL, un électron de la bande de conduction tombe dans la bande de valence en émettant un photon d'énergie : $E_{photon} = h\nu = hc/\lambda = \Delta E$

Constantes : $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J·s | $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m/s | $1\ eV = 1{,}6 \times 10^{-19}$ J

a. Schéma du diagramme de niveaux d'énergie

La transition énergétique dans une DEL peut être représentée ainsi :



La flèche représente la transition de l'électron (de E_2 vers E_1), avec émission d'un photon d'énergie $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$.

b. Fréquence d'émission de la DEL infrarouge (InP, λ = 910 nm)

D'après le tableau, la DEL infrarouge est en Indium Phosphore (InP) avec $\lambda = 910\ nm = 910 \times 10^{-9}$ m.

La relation entre fréquence et longueur d'onde est :

$$\nu = c / \lambda$$

$$\nu = (3{,}00 \times 10^{8}) / (910 \times 10^{-9})$$

$\nu \approx 3{,}30 \times 10^{17}$ Hz

Cette valeur est bien dans le domaine infrarouge (IR : 10^{12} à 4×10^{14} Hz).

c. Matériau émettant à $\nu = 5{,}36 \times 10^{14}$ Hz

On calcule d'abord la longueur d'onde correspondante :

$$\lambda = c / \nu = (3{,}00 \times 10^{8}) / (5{,}36 \times 10^{14})$$

$$\lambda \approx 5{,}60 \times 10^{-7}\ m = 560\ nm$$

Matériau : Gallium Phosphore (GaP) — rayonnement Vert

Identification des atomes (tableau périodique) :

- Gallium (Ga) : numéro atomique Z = 31, groupe 13 (anciennement IIIA)
- Phosphore (P) : numéro atomique Z = 15, groupe 15 (anciennement VA)

GaP est un semi-conducteur III-V (composé d'un élément du groupe 13 et d'un élément du groupe 15).

d. Gap d'énergie de la DEL jaune (GaAsP82, λ = 590 nm)

Le gap d'énergie est égal à l'énergie du photon émis :

$$\Delta E = h\nu = hc / \lambda$$

$$\Delta E = (6{,}626 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}) / (590 \times 10^{-9})$$

$$\Delta E = 1{,}988 \times 10^{-25} / 5{,}90 \times 10^{-7}$$

$$\Delta E \approx 3{,}369 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

Conversion en électronvolts :

$$\Delta E = 3{,}369 \times 10^{-19} / 1{,}6 \times 10^{-19}$$

$\Delta E \approx 2{,}11$ eV

Cela signifie qu'un électron doit franchir un écart de 2,11 eV entre la bande de valence et la bande de conduction.

e. Effet inverse de l'électroluminescence

L'effet inverse de l'électroluminescence est l'**effet photovoltaïque**.

Dans cet effet, c'est la lumière qui est convert ie en énergie électrique (le mouvement inverse : un photon absorbé arrache un électron de la bande de valence vers la bande de conduction, créant un courant).

Le dispositif utilisant cet effet est la cellule photovoltaïque (ou panneau solaire).

Comparaison des deux effets :

- DEL (diode électroluminescente) : énergie électrique → énergie lumineuse
- Cellule photovoltaïque : énergie lumineuse → énergie électrique

Résumé des résultats

b. ν(IR) ≈ $3{,}30 \times 10^{14}$ Hz
c. λ = 560 nm ⇒ GaP (Gallium + Phosphore, groupe 13 et 15)
d. ΔE(jaune) ≈ 2,11 eV
e. Effet photovoltaïque ⇒ cellule photovoltaïque (panneau solaire)

40 a. Schéma du cours.

Cours 3a p. 516 (manuel de l'élève)

b. $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3{,}00 \times 10^{8}}{910 \times 10^{-9}} = 3{,}30 \times 10^{14}$ Hz

c. $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3{,}00 \times 10^{8}}{5{,}36 \times 10^{14}} = 560$ nm : c'est donc le semi-conducteur GaP (Gallium Phosphore).

d. $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{590 \times 10^{-9}} = 3{,}37 \times 10^{-19}$ J

e. C'est l'effet photoélectrique. Il est utilisé pour convertir une impulsion lumineuse en impulsion électrique dans une cellule photoélectrique.

41 **1. a.** On peut vérifier l'homogénéité :

$$[W_{ext}] = \frac{[E]}{[N_a]} = \frac{J}{mol \times mol^{-1}} = J$$

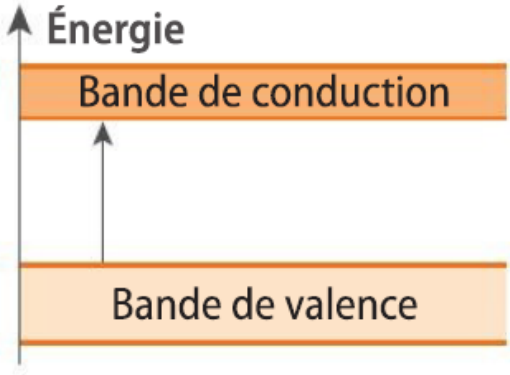
L'ionisation est le passage de l'état fondamental à l'état où l'atome est ionisé, donc où l'électron a été arraché.

$$W_{ext} = \frac{786,3 \times 10^3}{6,02 \times 10^{23}} = 1,31 \times 10^{-18}\ J = 8,16\ eV$$

b. $\nu_s = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{1,31 \times 10^{-18}}{6,63 \times 10^{-34}} = 1,98 \times 10^{15}\ Hz$

c. $\lambda_{PE} = \frac{c}{\nu_S} = \frac{3,0 \times 10^8}{1,98 \times 10^{15}} = 152\ nm$

2. a. Voir schéma ci-contre.



b. $\lambda_{PV} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8}{1,11 \times 1,60 \times 10^{-19}}$

$\lambda_{PV} = 1,0 \times 10^{-6}\ m$

---

46 1. a. $E_b = m_b \times$ densité $= 633 \times 936 = 592,5$ MJ

b. $P = \frac{E_b}{\Delta t} = \frac{592,5 \times 10^3}{12 \times 3\,600} = 13,7$ kW

c. Cette valeur est 3,5 fois plus faible que la puissance maximale, on n'alimente donc pas le moteur à pleine puissance pendant toute la nuit, on se contente de faire une suite de vols planés séparés par des phases de relance.

2. a. $S = 0,125 \times 0,125 = 15,6 \times 10^{-3}\ m^2$

b. $P_1 = \varepsilon S = 7,81$ W

$P_{totale} = 17\,248 \times 7,81 = 135$ kW

c. $P_c = 0,227 \times P_{totale} = 30,6$ kW

d. $P_r = P_c - P = 16,9$ kW

e. $E_r = P_r \times 12 \times 3\,600 = 730$ MJ

On a $E_r > E_b$ donc les batteries sont rechargées à la fin de la journée, l'avion peut donc voler plusieurs jours et nuits de suite.

42 1.1. $\vec{P} = \rho_{\text{glace}} SH\vec{g}$ et $\vec{A} = -\rho_{\text{eau de mer}} Sh\vec{g}$

1.2. À l'équilibre de l'iceberg : $\vec{P} + \vec{A} = \vec{0}$

donc $P = A$ et $\dfrac{h_g}{H_g} = \dfrac{\rho_{\text{glace}}}{\rho_{\text{eau de mer}}} = 0{,}898.$

1.3. $\dfrac{V_i}{V_g} = \dfrac{Sh_g}{SH_g} = 0{,}898$

1.4. Le volume émergé de l'iceberg valant environ 10 % du volume total, il est possible qu'un éperon de glace soit caché sous la surface de l'eau. Le capitaine aurait donc dû passer beaucoup plus loin de l'iceberg. L'éperon de glace est assez solide pour résister à l'impact avec la coque du navire, et si le navire passe vite, l'éventration est possible.

2.1. $\vec{P} = (M + \rho_{\text{eau de mer}} Sh)\vec{g}$

2.2. $\vec{A} = -\rho_{\text{eau de mer}} SH\vec{g}$

2.3. $A > P$ nécessite $h < H - \dfrac{M}{\rho_{\text{eau de mer}} S} = 12$ m.

3.1. Par application de la relation de Bernoulli :

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho_{\text{eau de mer}} v_A{}^2 + \rho_{\text{eau de mer}} g \times 0 = P_0 + \frac{1}{2}\rho_{\text{eau de mer}} v_C{}^2 + \rho_{\text{eau de mer}} g(-U)$$

soit $v_C = \sqrt{2gU} = 14$ m·s^{-1}.

3.2. $D_V = v_C S = 25$ m^3·s^{-1}

3.3. $V(t) = D_V t$ soit $Sh(t) = D_V t$ donc $h(t) = \dfrac{D_V}{S} t$.

3.4. On résout l'équation $h(t) = h_{\max}$

donc $t = \dfrac{Sh_{\max}}{D_V} = 1{,}9 \times 10^3$ s soit environ 32 min.