

--	--

I) Aérosol et insecticide : (40 points)**(page / 12)**

Un spray aérosol est un dispositif permettant de vaporiser un liquide en fines gouttelettes. Les sprays aérosol sont constitués de boîtes métalliques contenant le liquide à vaporiser ainsi qu'un gaz aérosol, sous pression. Le liquide est expulsé par la pression du gaz. On utilise très souvent du propane, du butane et l'isobutane comme gaz propulseur (qui doit être miscible avec la charge utile).

*Données recueillies sur wikipedia*

« Denis Benoliel, un agent immobilier de 37 ans, était seul dans son salon, le 23 février 1990. Il a allumé une cigarette. Une explosion lui a alors brûlé mains et visage. Les médecins ont constaté des brûlures profondes sur tout son corps, mais aucune plaie. Il ne pouvait s'agir d'une fuite de gaz de ville, par exemple, qui aurait ravagé l'appartement en entier. Seul un coin du salon, près de la cheminée et du canapé, a été touché par l'explosion qui n'a pas provoqué d'incendie. Dernière explication possible, la bombe d'insecticide découverte près de la cheminée... Lors de son audition, Denis a raconté qu'il avait vaporisé cet insecticide sur les plinthes du salon afin de se débarrasser de fourmis. La quantité de gaz (226 grammes) répandue par la victime dans son salon de 56 m³ rendait toute explosion théoriquement impossible d'après les laboratoires qui réalisèrent l'expertise. De ces conclusions, le procureur en retiendra que « cet accident est contraire aux lois de la physique, mais qu'il a pourtant eu lieu ».

Données recueillies sur Liberation.fr

Le PDG suisse de la société Reckitt et Colman (une multinationale qui commercialise notamment les produits Airwick ou Fabulon), a été condamné à un an de prison avec sursis et devra en outre verser une lourde amende à titre de provision pour les dommages et intérêts. Le tribunal a estimé qu'il était responsable de l'explosion de l'aérosol qui avait complètement défiguré Denis Benoliel en 1990.

*Données recueillies sur lesoire.be (article du Jeudi 13 avril 1995)***A) Tableau d'avancement et prédiction du volume d'air nécessaire.**

- 1) Déterminer, à l'état initial, la quantité de matière n_1 de butane initialement présent dans l'aérosol, en considérant que cet aérosol ne contient que du butane et que la masse de butane contenue dans l'aérosol est de 232 g.
Document autorisé : classification périodique. (13)

- 2) Compléter l'équation de réaction dans le tableau d'avancement suivant en précisant les états physiques des espèces.

Equation chimique		2 C ₄ H ₁₀ (...) + ... (...) → CO ₂ (...) + ... (...)				/2
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
Etat initial	0		n ₂			/0,25
Etat en cours de transformation	x					
Etat final	x (max)	/0,25	/0,25			/0,25

- 3) a) Compléter le tableau d'avancement ci-dessus en utilisant seulement les symboles : n_1 , n_2 , x , x_{\max} , sans aucune valeur chiffrée (sauf la valeur zéro) en considérant que le butane sera le réactif limitant.
b) On réalisera le calcul de l'avancement maximal : (12)

- 4) a) Sachant que, à 1013 hPa, le volume molaire (d'une mole) de dioxygène, à l'état gazeux, est $V_m(\text{O}_2) = 24 \text{ L/mol}$ soit $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{mol}$, quel est le volume minimal de dioxygène $V(\text{O}_2)_{\min}$ nécessaire pour faire réagir tout le butane présent dans l'aérosol ? *Remarque : pour ceux qui n'auront pu répondre à la première partie de cette question, on prendra comme valeur $n(\text{O}_2)_{\text{ini}} = 20 \text{ mol}$* (14)

4) c) Sachant que l'air en volume est constitué de 20% de dioxygène et de 80 % de diazote, quel doit être le volume d'air minimal $V(\text{air})_{\text{min}}$ de la pièce pour que l'explosion soit possible et fasse réagir tout le butane présent dans l'aérosol ?

(/2)

5) L'explosion a entraîné de graves brûlures. Pourquoi ?

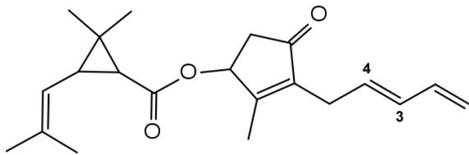
(/2)

B) Espèces chimiques contenues dans un insecticide : Clac'insectes Insecticide Etamine du Lys 400ml

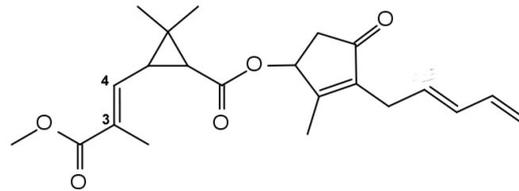
Elimine insectes volants et rampants. Action immédiate. Caractéristiques : Sans dérivé pétrochimique Insecticide à base de pyréthrinés et d'huiles essentielles 100% pures et naturelles. *Ingrédients* : Piperonyl butoxyde : 0.80% (m/m) origine naturelle, Pyréthrinés et pyrethroides : 0.17% (m/m). Huiles essentielles de citronnelle et géranium. Aérosol contenant du propane, butane et isobutane. *Utilisation* : Agiter avant emploi. Fermer toutes les ouvertures extérieures. Pulvériser dans l'air pendant 3 à 5 secondes dans toutes les directions par courtes pressions. Quitter la pièce et laisser agir 15 mn. *Précautions d'emploi* : Conserver à l'écart de toute flamme. Ne pas fumer. Récipient sous pression. A protéger contre les rayons solaires et à ne pas exposer à une température supérieure à 50°C. Utiliser seulement dans les zones bien ventilées.



On s'intéresse à 2 pyréthrinés naturels :



Pyrethrine 1



Pyrethrine 2

Les pyréthrinés sont un ensemble de substances dérivées des fleurs de pyrèthre de Dalmatie ou de certains chrysanthèmes. Ces pyréthrinés sont considérées comme insolubles dans l'eau mais sont solubles dans de nombreux solvants organiques tels que : l'éthanol, l'éther de pétrole, le butane, le propane, le kérosène, etc...

1) Comment obtient on le propane, le butane ?

(/2)

2) Donner une interprétation sur la solubilité ou non des pyréthrinés dans l'eau et les autres solvants cités.

(/4)

3) Donner la configuration de la double liaison $C = C$ (repérée par 3-4 sur la formule topologique du Pyréthrine 2) : Z, E ou rien ? Argumenter. (On pourra laisser des traits et commentaires nécessaires sur la formule topologique)

(/6)

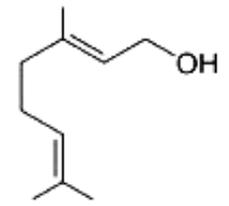
5) Voici la formule topologique de l'isobutane :



Quel est son nom en nomenclature officielle ? :

(/1)

6) Le géraniol (voir formule topologique ci-jointe à droite) est un alcool terpénique insaturé qui est présent dans les huiles essentielles de géranium et de citronnelle. Son odeur de rose est couramment utilisée en parfumerie, notamment pour créer les parfums comme la pêche, la framboise, etc... On peut également utiliser cette molécule comme répulsif d'insectes.



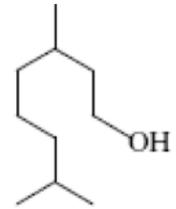
(/2)

Cochez les réponses qui vous paraissent correctes :

- a) La formule brute de cette molécule est $C_{10}H_{18}O$
- b) Au moins une des liaisons est polarisée
- c) la chaîne carbonée la plus longue comporte 9 atomes de carbone
- d) une des doubles liaisons $C = C$ ne possède pas de configuration

On ne demande pas de justification. Une réponse fautive enlève la totalité des points : autant ne pas cocher si vous n'êtes pas sûrs.

Structure du géraniol



La formule topologique de la molécule en dessous de celle du géraniol est un composant responsable de l'odeur de fleur de géranium.

7) Donner son nom en nomenclature officielle ? :

(/2)

Par extraction avec de l'éthanol, on peut obtenir une solution de pyréthrine 2. La longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption est 225 nm.

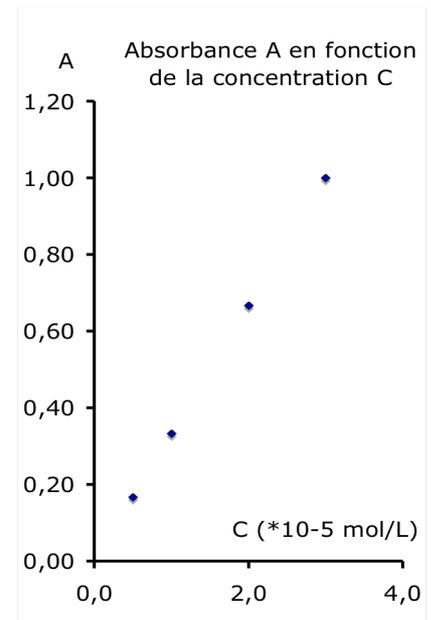
8) A quelle partie du spectre électromagnétique correspond cette longueur d'onde ?

(/1)

9) Pour cette solution, on trouve une absorbance de valeur $A = 0,43$

a) A partir de la courbe ci-jointe, peut-on dire que la loi de Beer-Lambert est suivie ? Pourquoi ?

(/4)



b) Quelle est la concentration molaire de pyréthrine 2 en solution ?
On laissera les traits et calculs nécessaires.

(/2)

II) Bond sur la lune : (17 points)

Edwin et Neil Armstrong sortirent du LEM (module d'exploration lunaire), le 20 Juillet 1969.

Aldrin effectua, sur le sol lunaire, un bond qui fut filmé. Avec son scaphandre, il avait une masse de 135 kg.

A l'aide d'un logiciel de saisie de trajectoire comme Aviméca, on peut réaliser une étude énergétique de ce bond lunaire. On s'intéresse ici à un des points du scaphandre d'Aldrin dont les positions successives symbolisées par des points blancs sont repérés au cours du temps : A_0 (pour $t = 0,000$ s), A_1 (pour $t = 0,125$ s), etc... Le premier point correspond à un instant pour lequel l'astronaute quitte le sol après avoir donné une légère impulsion vers le haut. En ce point, on a placé l'origine des altitudes $y = 0$ m. L'axe Oy est orienté vers le haut.



A l'aide du logiciel Aviméca, on obtient au cours du temps, les valeurs suivantes pour les altitudes y , une fois qu'Aldrin a quitté le sol lunaire :

point	t (s)	y (m)	Vy (m/s)	Ec (J)	Epp (J)	Em (J)
A ₀	0,000	0,00				
A ₁	0,125	0,13	0,88	53		81
A ₂	0,250	0,22	0,70	33	48	81
A ₃	0,375	0,30			66	81
A ₄	0,500	0,34	0,32	7	74	81
A ₅	0,625	0,38				

On obtient avec un grapheur (type Excel) les différentes énergies au cours du temps (voir courbes ou portions de courbes).

1) A partir de cette courbe :

a) Que peut on dire de l'énergie mécanique au cours du temps ?

(/ 1,5)

b) En utilisant 3 couleurs différentes, dessiner et légénder les 3 courbes de $t = 0$ s jusqu'au temps de l'apogée.

(/ 1,5)

On supposera l'énergie mécanique suit les mêmes variations de : $t = 0$ s jusqu'au temps correspondant à l'apogée.

On ne demande pas de justification.

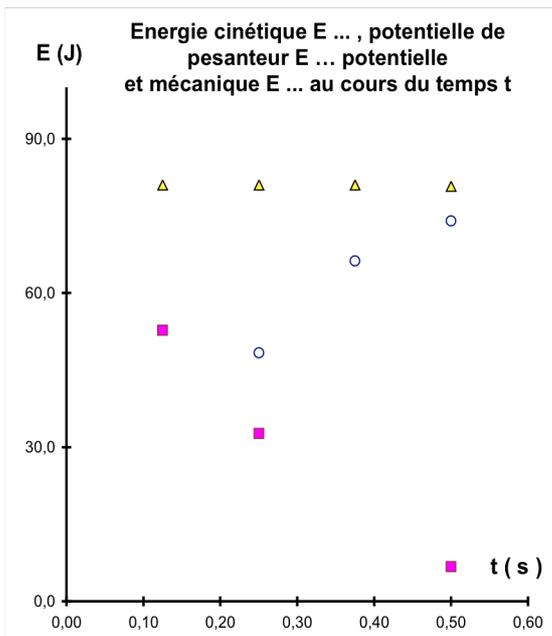
c) Quel(s) objet(s) qui interagi(ssen)t avec le cosmonaute (et son scaphandre) ? Argumenter.

(/ 2)

2) Compléter le tableau (exceptées les cases grisées) en donnant la valeur de la vitesse instantanée ainsi que les valeurs des différentes énergies manquantes de l'astronaute.

(/ 1,5)

On détaillera les 3 calculs après avoir donné l'expression littérale utilisée dans chaque cas. Remarque : vous pouvez vous aider des valeurs apparaissant dans le tableau si nécessaire.



(/ 4,5)

3) Déterminer la vitesse acquise à la fin de l'impulsion, au moment où Aldrin quitte le sol lunaire.

(/ 3)

4) Si l'altitude maximale atteinte par Aldrin lors de ce bond est de 37 cm, déterminer la valeur de g sur la lune.

(/ 3)

Correction ramenée à 53 pts A) Tableau d'avancement et prédiction du volume d'air nécessaire.

1) Déterminer, à l'état initial, la quantité de matière n_1 de butane si $m_1 = 232$ g. (3)

$$n_1 \text{ (-0,25 si pas d'indice ou pas de formule) } = m_1 / M_1 \text{ (1) ou (-0,25 si pas unité quand calcul masse molaire)}$$

$$n \text{ (C}_4\text{H}_{10}) = m \text{ (C}_4\text{H}_{10}) / M \text{ (C}_4\text{H}_{10}) = 232 / 58,0 \text{ (1 si pas unité -0,5) } = 4,00 \text{ mol (1) (-0,25 si pas nb chiff signif)}$$

2) Compléter l'équation de réaction dans le tableau d'avancement suivant en précisant les états physiques des espèces.

Equation chimique		$2 \text{ C}_4\text{H}_{10} \text{ (g)} + 13 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 8 \text{ CO}_2 \text{ (g)} + 10 \text{ H}_2\text{O} \text{ (g)}$ 1,5 : nb stoechio (0,5 si 1 faux, 0 si 2 faux) état phy 0,5 en tout (0,25 si 1 faux) /2			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	n_1	n_2	0 0,25	0
Cours transformat°	x	$n_1 - 2x$	$n_2 - 2x$	8 x	10 x
Etat final	x (max)	$n_1 - 2x \text{ (max)}$ 0,25	$n_2 - 13 x \text{ (max)}$ 0,25	8 x (max)	10 x (max) 0,25

3) a) Compléter le tableau d'avancement ci-dessus en utilisant seulement les symboles : n_1 , n_2 , x, x_{\max} ,

b) On réalisera le calcul de l'avancement maximal :

butane : butane réactif limitant $n_1 - 2x \text{ (max)} = 0 \text{ (1) (= 0 slmmt 0,5)}$ $x \text{ (max)} = n_1 / 2 = 2,00 \text{ mol (1 pas unité pas de pt)}$ (2)

4) a) Sachant que, à 1013 hPa, le volume molaire (d'une mole) de dioxygène, à l'état gazeux, est $V_m \text{ (O}_2) = 24 \text{ L/mol}$
volume minimal de dioxygène $V \text{ (O}_2)_{\min}$ nécessaire pour faire réagir tout le butane présent dans l'aérosol ?

Remarque : pour ceux qui n'auront pu répondre à la 1ère partie de cette question, on prendra $n \text{ (O}_2)_{\text{ini}} = 20 \text{ mol}$ (4)

énoncé butane : $n_2 - 13 x \text{ (max)} = 0 \text{ (1) soit } n_2 = 13 x \text{ (max)} = 13 * 2,00 = 26 \text{ mol} = n \text{ (O}_2)_{\text{ini}} \text{ (1)}$

énoncé butane : $V \text{ (O}_2)_{\min} = n_2 * V_m \text{ (O}_2) \text{ (1) } = 26 * 24 = 624 \text{ L} = 0,62 \text{ m}^3 \text{ (1)}$

4) c) Sachant que l'air en volume est constitué de 20% de O_2 et de 80 % de N_2 , volume d'air minimal $V \text{ (air)}_{\min}$
de la pièce pour que l'explosion soit possible et fasse réagir tout le butane présent dans l'aérosol ? (2)

énoncé butane : $V \text{ (air)}_{\min} = 5 * V \text{ (O}_2)_{\min} \text{ (1) } = 5 * 0,62 = 3,1 \text{ m}^3 \text{ (1)}$

5) L'explosion a entraîné de graves brûlures. Pourquoi ? (2) Lors d'une réact° de combustion (0,5), l'énergie chimique dégagée (variation des énergies de liaison entre les produits et les réactifs) est dégagée sous forme d'énergie thermique (1) (dûe au pouvoir calorifique des hydrocarbures) et peut occasionner des brûlures (but : 0,5, slmt chaleur 0,75).

B) Espèces chimiques contenues dans un insecticide :

1) Comment obtient on le propane, le butane ? (1 des 2 réponses 1,5) (2)

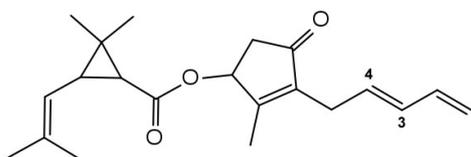
Le propane est principalement issu de la purification du gaz naturel (0,5). ou extrait du pétrole, par distillation (1,5)

2) Donner une interprétation sur la solubilité ou non des pyréthrinés dans l'eau et les autres solvants cités. (4)

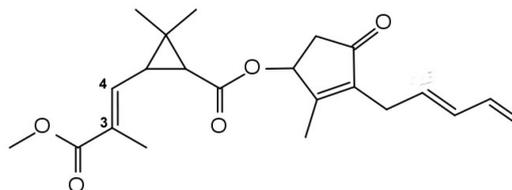
Les pyréthrinés sont insolubles dans l'eau (molécule polaire sans chaîne carbonée (1)), mais solubles dans de nombreux solvants organiques tels que : l'éthanol, l'éther de pétrole (molécule polaire avec une portion de chaîne carbonée) (1), le butane, le propane, le kérosène (molécule apolaire avec seulement une chaîne carbonée (1)), Les pyréthrinés ont surtout un caractère apolaire prononcé (et nécessite un solvant avec chaîne carbonée. (1)

3) Donner la configuration de la double liaison C = C (repérée par 3-4 sur la formule topologique du Pyréthrine 2) :

Z, E ou rien ? Argumenter. (laisser les traits nécessaires et commentaires nécessaires sur la formule) (6)



Pyrethrine 1



Pyrethrine 2

Énoncé Pyrethrine 1 : L'atome de carbone 3 est lié à un atome d'hydrogène (0,5) et 1 atome de carbone (0,5). L'atome de C est prioritaire (1) puisque son n°atomique est plus grand que celui de l'hydrogène (1). Pour l'atome de carbone 2, le raisonnement est identique : l'atome de carbone est prioritaire (1) sur l'atome d'hydrogène. Les groupements prioritaires se trouvent de part et d'autre de l'axe de la double liaison C = C (1), la double liaison C = C a la configuration E (1).

Énoncé Pyrethrine 2 : L'atome de carbone 3 est lié à 2 atomes de carbone (0,5) mais un de ces atomes de carbone est lié ensuite à un atome d'oxygène et l'autre à un atome d'hydrogène (0,5). L'atome de carbone qui est lié à l'atome d'oxygène est prioritaire (1) puisque son n°atomique est plus grand que celui de l'hydrogène (1). Pour l'atome de carbone 2, le raisonnement est identique : l'atome de carbone est prioritaire (1) sur l'atome d'hydrogène. Les groupements prioritaires se trouvent de part et d'autre de l'axe de la double liaison C = C (1), la double liaison C = C a la configuration E (1).

5) Voici la formule topologique de l'isobutane, nom en nomenclature officielle : méthylpropane (1)

6) Réponses : (/2) énoncé butane : a ; b ; d (3 justes : 2pts ; 2 justes : 1pt ; 1 juste : 0,5 pt ; 1 fausse : 0)

7) Nomencl officielle : 3,7-diméthyl-octan-1-ol (/2) 8 parties attendues pour le nom : -0,5 par erreur

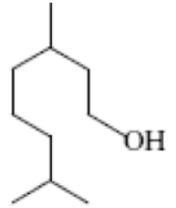
8) On peut obtenir une solution éthanolique de pyréthrine 2. A quelle partie du spectre électromagnétique correspond cette longueur d'onde de 225 nm ? **Domaine des Ultraviolets.** (/1)

9) Pour cette solution, on trouve une absorbance de valeur $A = 0,43$

a) A partir de la courbe ci-jointe, la loi de Beer-Lambert est elle suivie ? Pourquoi ? (/4)

La loi de Beer-Lambert est suivie si l'absorbance (0,5) d'une solution (0,5) est proportionnelle (1) à la concentration (0,5) de l'espèce (-0,5) qui absorbe. Or ici, l'absorbance est une fonction linéaire (ou droite passant par l'origine) (1) (proportionnalité) de la concentration de l'espèce qui absorbe.

b) Concentrat° molaire pyréth ? (/2) **Trait rappel sur graphic (0,5) droite (0,5)** énoncé butane : $c = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ (1) et - 0,25 si à $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ près - 0,5 si à $0,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ près) énoncé propane : $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$



II) Bond sur la lune : (17 points)

énoncé $m = 135$

point	t (s)	y (m)	Vy (m/s)	Ec (J)	Epp (J)	Em (J)
A ₀	0,000	0,00				
A ₁	0,125	0,13	0,88	53	28	81
A ₂	0,250	0,22	0,70	33	48	81
A ₃	0,375	0,30	0,46	14	66	81
A ₄	0,500	0,34	0,32	7	74	81
A ₅	0,625	0,38				

kg.

a) Que peut on dire de l'énergie mécanique au cours du temps ? (/ 1,5)

L'énergie mécanique est conservée (0,75) puisqu'elle reste constante au cours du temps. (0,75)

b) En utilisant 3 couleurs différentes, dessiner et légènder les 3 courbes de $t = 0$ s jusqu'au temps de l'apogée. (/ 1,5)

On supposera l'énergie mécanique suit les mêmes variations de : $t = 0$ s jusqu'au temps correspondant à l'apogée.

Pas de justification demandée. (0,25 * 3 par affectat° courbes : légènder) (0,25 * 3 * 3 début, milieu, fin courbes)

Au cours du temps Em = cste, Epp ↑, Ec ↓ début à $t = 0$ s et Epp = 0J, fin Ec = 0J

c) Quel(s) objet(s) qui interagissent avec le cosmonaute ? Argumenter. (/ 2)

La lune (1) car si énergie mécanique conservée alors (0,5) seule force exercée : le poids (0,5)

2) Compléter le tableau (exceptées les cases grisées) en donnant la valeur de la vitesse instantanée ainsi que les

valeurs des différentes énergies manquantes de l'astronaute. (0,5 * 3)

(/ 1,5)

On détaillera les 3 calculs après avoir donné l'expression littérale utilisée dans chaque cas. Remarque : vous pouvez

vous aider des valeurs apparaissant dans le tableau si nécessaire.

(/ 4,5)

Énoncé 135 kg : 1) $E_{pp}(A_1) + E_c(A_1) = E_m(A_1) = 81 \text{ J}$ d'où $E_{pp}(A_1) = E_m(A_1) - E_c(A_1) = 81 - 53 = 28 \text{ J}$ (1,5)

2) $V_y(A_3) = \frac{A_2 - A_4}{2\Delta t} = \frac{0,34 - 0,22}{0,250} = 0,48 \text{ m/s}$ (1,5)

3) $E_c(A_3) = \frac{1}{2} * m * V_y^2(A_3) = 0,5 * 135 * (0,48)^2 = 15 \text{ ou } 16 \text{ J}$ (1,5) ou $E_c(A_3) = E_m(A_3) - E_{pp}(A_3) = 81 - 66 = 15 \text{ J}$ (1,5)

3) $E_c(A_2) = \frac{1}{2} * m * V_y^2(A_2) = 0,5 * 135 * (0,70)^2 = 33 \text{ ou } 36 \text{ J}$ (1,5) ou $E_c(A_2) = E_m(A_2) - E_{pp}(A_2) = 81 - 48 = 33 \text{ J}$ (1,5)

3) Déterminer la vitesse acquise à la fin de l'impulsion, au moment où Aldrin quitte le sol lunaire. (/ 3)

Énoncé 135 kg : 1) $E_{pp}(t=0 \text{ s}) + E_c(t=0 \text{ s}) = E_m(\text{quelque soit } t)$ (0,5), $E_{pp}(t=0 \text{ s}) = 0 \text{ J}$ alors $E_c(t=0 \text{ s}) = E_m(t) = 81 \text{ J}$

$\frac{1}{2} * m * V_y^2(A_0) = E_m(t)$ (0,5) soit $\frac{1}{2} * m * V_y^2(A_0) = 2 * E_m(t) / m$ soit $V_y(A_0) = (2 * E_m(t) / m)^{1/2} = (2 * 81 / 135)^{1/2} = (1,2)^{1/2} = 1,1 \text{ m/s}$ (2)

4) Si l'altitude maximale atteinte par Aldrin lors de ce bond est de 38 cm ou 42 cm, valeur de g sur la lune ? (/ 3)

Énoncé 135 kg/42 cm : 1) $E_{pp}(\text{apogée}) + E_c(\text{apogée}) = E_m(t)$ (0,5), $E_c(\text{apogée}) = 0 \text{ J}$ et $E_{pp}(\text{apogée}) = E_m = 81 \text{ J}$ (0,5)

$mgy(A_{\text{fin}}) = E_m(t)$ soit $g = E_m / my(A_{\text{fin}}) = 81 / (135 * 0,37) = 1,6 \text{ N/kg}$ (2)