

I. Question (4 points)

Soit une station de gonflage de 10 tampons de 50 litres chacun. Le manomètre indique une pression de 180 b.

Le gonfleur se demande combien de temps il a pour déjeuner et s'il pourra gonfler tous ses blocs avec les tampons. Pouvez-vous l'aider ?

- 1) Calculer le temps que le compresseur mettra à remplir les tampons (à 300 b) sachant que celui-ci a un débit de 30 m³/heure ? (2 points)

Dans les tampons, il y a (air résiduel Ar en litre) , 10 blocs de 50 litres à 180b

$$A_r = 10 \times 50 \times 180 = 90\,000 \text{ litres}$$

On veut une pression finale de 300 b dans ces 10 blocs de 50 litres (air final Af en litre)

$$A_f = 10 \times 50 \times 300 = 150\,000 \text{ litres}$$

Il faut donc ajouter (air compresseur Ac en litre) $A_c = A_f - A_r = 60\,000$ litres

Or le compresseur a un débit de 30 m³/heure / Soit 30 000 litres/heure

Pour ajouter 60 000 litres, il faut (temps T en heure) $T = 60\,000 / 30\,000 = 2$ - Il faut 2 heures

- 2) Déterminer s'il aura théoriquement assez d'air pour gonfler à 200 b ses 20 blocs de 12 litres et 7 blocs de 15 litres (la pression d'air résiduelle dans les blocs étant de 80b) ? (2 points)

Calculons la quantité d'air utilisable (Qu en litre) dans les tampons:

On veut monter les blocs à 200b, aussi on peut utiliser que la pression supérieure à 300b soit

$$Q_u = 10 \times 50 \times (300 - 200) = 50\,000 \text{ litres}$$

Calculons la quantité d'air nécessaire (Qn en litre) pour remplir à 200b tout les blocs avec une pression résiduelle de 80b :

$$Q_n = (15 \times 7 + 12 \times 20) \times (200 - 80) = 41\,400 \text{ litres}$$

Comparons ces deux résultats : $Q_n < Q_u$

On peut donc en conclure qu'il y a théoriquement assez d'air pour remplir la totalité des blocs.

II. Question (4 points)

Vous organisez une plongée. Vous avez 3 blocs tampons de 50 l, chacun gonflé à 200 bar (*)
Vous gonflez une bouteille de 15 litres où il reste 50 bar (*). (*)pressions lues manomètre

- 1) Quelle est la pression (*) finale si on ouvre les 3 tampons simultanément ? (2 points)

Pression finale à l'équilibre

En absolu

$$(3 \times 50 \times 201 + 15 \times 51) / (3 \times 50 + 1 \times 15) = 187,4 \text{ bar donc } 186,4 \text{ bar au mano.}$$

En relatif

$$(3 \times 50 \times 200 + 15 \times 50) / (3 \times 50 + 1 \times 15) = 186,4 \text{ bar}$$

- 2) Sur une consommation estimée à 20 litres/mn (estimée en surface) et une réserve tarée à 50 bars, quelle sera l'autonomie pour une plongée à 45 mètres ? (On néglige le temps de descente à cette profondeur) (2 points)

Pabs à 45 m : 5,5 bar

Consommation à 45 mètres : $20 \times 5,5 = 110$ litres par min. volume d'air disponible :
(186,4 - 50) x 15 = 2046 litres Autonomie : $2046 / 110 = 18,6$ min soit 18 min. 36 s

III. Question (6 points)

Vous désirez gonfler une bi-bouteille d'une capacité de 24 litres en eau sachant qu'il y reste une pression de 20 bar. Vous disposez de 3 bouteilles tampons d'un volume de 40 litres chacune gonflée à 200 bar : toutes les pressions sont lues au manomètre.

1) Le bi-bouteille est mis en équilibre avec les 3 tampons en même temps. Quelle est la pression finale dans le Bi-bouteille ? (2 points)

$$(24 \times 21) + (3 \times 40 \times 201) = (120 + 24) \times P_{\text{finale}}$$

$$504 + 24120 = 144 \times P_{\text{finale}}$$

$$P_{\text{finale}} = 24624 / 144 = 171 \text{ bar donc } 170 \text{ bar au manomètre.}$$

2) Le bi-bouteille est mis en équilibre avec les trois tampons successivement. Quelle est la pression finale dans le Bi-bouteille ? (3 points)

1er équilibrage :

$$P1 = [(24 \times 21) + (201 \times 40)] / 64 = 133.5 \text{ bar}$$

2ème équilibrage :

$$P2 = [(133.5 \times 24) + (201 \times 40)] / 64 = 175.68 \text{ bar}$$

3ème équilibrage :

$$P3 = [(175.68 \times 24) + (201 \times 40)] / 64 = 191.5 \text{ bar donc } 190,5 \text{ bar au manomètre}$$

3) Quelle est la méthode d'utilisation des tampons la plus efficace ? (1 point)

Il vaut mieux utiliser les tampons l'un après l'autre.

IV. Question (6 points)

On utilise deux bouteilles tampons de 50 litres chacune, gonflée à 220 bar, pour regonfler une bouteille de 18 litres vide (à la pression relative).

1) Calculer la pression finale de la bouteille de 18 litres lorsqu'on ouvre les deux tampons simultanément ? (2 points)

2 méthodes :

a) calcul avec les pressions relatives :

Calcul de la pression finale dans le bloc :

$$(50 \times 220 + 50 \times 220) / (50 + 50 + 18) = 186,44$$

b) calcul avec les pressions absolues :

Calcul de la pression finale dans le bloc :

$$(50 \times 221 + 50 \times 221 + 18 \times 1) / (50 + 50 + 18) = 187,44 \text{ bars donc } 186,44 \text{ bars en relatif}$$

2) Calculer la pression finale de la bouteille de 18 litres lorsqu'on utilise les tampons l'un après l'autre ? (2 points)

2 méthodes :

a) calcul avec les pressions relatives :

$$\text{Calcul de la pression intermédiaire dans le bloc : } \frac{50 \times 220}{(50 + 18)} \approx 161,76 \text{ bars}$$

$$\text{Calcul de la pression finale dans le bloc : } \frac{50 \times 220 + 18 \times 161,76}{(50 + 18)} \approx 204,58 \text{ bars}$$

b) calcul avec les pressions absolues :

$$\text{Calcul de la pression intermédiaire dans le bloc : } \frac{50 \times 221 + 18 \times 1}{(50 + 18)} \approx 162,76 \text{ bars}$$

$$\text{Calcul de la pression finale dans le bloc : } \frac{50 \times 221 + 18 \times 162,76}{(50 + 18)} \approx 205,58 \text{ bars donc } 204,58 \text{ bars}$$

en pression relative.

Calcul de la pression relative intermédiaire dans le bloc : $(50 \times 220) / (50 + 18) \approx 161,76 \text{ bar}$

Calcul de la pression relative finale dans le bloc : $(50 \times 220 + 18 \times 161,76) / (50 + 18) \approx 204,58 \text{ bar}$

ou

Calcul de la pression absolue intermédiaire dans le bloc : $50 \times 221 + 18 \times 1) / (50 + 18) \approx 162,76 \text{ bar}$

Calcul de la pression absolue finale dans le bloc :

$$(50 \times 221 + 18 \times 162,76) / (50 + 18) \approx 205,58 \text{ bar donc } 204,58 \text{ bar en relatif}$$

3) Conclure quant à la façon d'utiliser une rampe de gonflage ? (1 point)

Quand on regonfle des blocs il est plus intéressant de les gonfler tampon par tampon.

4) A la fin de l'opération, la température enregistrée était de 49°C. Le lendemain, lorsque le plongeur récupère son bloc de 18 litres, il contrôle sa pression et il peut lire 190 bar (pression relative). Quelle est donc la température du bloc ? (1 point)

$$T_1 = 49^\circ\text{C} = 49 + 273 = 322 \text{ K}$$

$$\text{On utilise la relation : } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{d'où} \quad \frac{204,58}{322} = \frac{190}{T_2} \quad \text{et} \quad T_2 = \frac{190 \times 322}{204,58} = 299,05 \text{ K}$$

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

$$T_2 = 299,05 - 273 = 26,05 \approx 26^\circ\text{C}$$

On utilise la relation : $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$ d'où $204,58 / 322 = 190 / T_2$
Et $T_2 = 190 \times 322 / 204,58 = 299,05 \text{ K}$

V. Question (6 points)

On dispose d'une rampe de 3 blocs tampons de 50 litres chacun à 230 bar (*). On veut gonfler ensemble, à 200 bar (*):

- 1 mono de 15 litres dans lequel il reste 20 bar (*).
- 3 monos de 12 litres dans lesquels il reste 40 bar (*).

On néglige le volume de la tuyauterie. (*) Pressions lues au mano

1) Quelle sera la pression maximale de gonflage, lue au manomètre, si on utilise les tampons simultanément ? (2 points)

$$(3 \times 50 \times 231 + 15 \times 21 + 3 \times 12 \times 41) / (3 \times 50 + 1 \times 15 + 3 \times 12) = 181,3 \text{ bar donc au manomètre } 180,3 \text{ bar}$$

2) Quelle sera la pression maximale de gonflage, lue au manomètre, si on utilise les tampons successivement ? (3 points)

$$\begin{aligned} \text{premier tampon : } & (50 \times 231 + 15 \times 21 + 3 \times 12 \times 41) / (50 + 15 + 3 \times 12) = 132,1 \text{ bar} \\ \text{deuxième tampon : } & (50 \times 231 + 15 \times 132,1 + 3 \times 12 \times 132,1) / (50 + 15 + 3 \times 12) = 181,1 \\ & \text{bar} \\ \text{troisième tampon : } & (50 \times 231 + 15 \times 181,1 + 3 \times 12 \times 181,1) / (50 + 15 + 3 \times 12) = \\ & 205,8 \text{ bar} \\ & \text{donc } 204,8 \text{ bar lu au mano} \end{aligned}$$

3) Qu'en concluez-vous ? (1 point)

La pression obtenue à l'équilibre avec le troisième tampon, 204,8 bar, est supérieure aux 200 bar demandés. Il faut donc arrêter le gonflage à 200 bars

VI. Question (6 points)

Un plongeur veut gonfler 1 bi-bouteille à l'aide de 2 bouteilles tampons. La bi-bouteille présente une capacité de 2 x 10 l et une pression de service de 180 bar. Sa pression restante est de 30 bar (*).

Il dispose de 2 bouteilles tampons indépendantes de 50 l chacune gonflées à 200 bar (*). Deux méthodes sont possibles pour gonfler la bi-bouteille. (*) Pressions lues au manomètre

Décrivez les deux procédures ?

Calculez les pressions obtenues dans les deux cas. Laquelle choisissez-vous ?

Le calcul s'appuyant sur les pressions lues est également accepté.

Première solution : (2 points) Les deux tampons en même temps.

$$(2 \times 50 \times 201 + 2 \times 10 \times 31) / (2 \times 50 + 2 \times 10) = 172,7 \text{ bar soit } 171,7 \text{ bar lu manomètre.}$$

Deuxième solution : (2 points) Les tampons successivement.

$$\text{Tampons N° 1 : } (50 \times 201 + 2 \times 10 \times 31) / (50 + 2 \times 10) = 152,4 \text{ bar}$$

$$\text{Tampons N° 2 : } (50 \times 201 + 2 \times 10 \times 152,4) / (50 + 2 \times 10) = 187,1 \text{ bar soit } 186,1 \text{ bar lu manomètre.}$$

Commentaires (2 points)

La meilleure solution est la deuxième car la pression finale est supérieure.

Il faudra arrêter le gonflage du Bi à sa pression de service, c'est-à-dire à 180 bar

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

VII. Question (6 points)

On dispose de 5 bouteilles de 12 litres avec une pression résiduelle de 10 bar (*), leur pression de service étant de 230 bar. Nous disposons de 2 tampons de 50 litres à 300 bar (*) qui peuvent être isolés.

(*) Pressions lue au manomètre

- 1) En gonflant les 5 blocs en même temps, quelle pression, lue au manomètre, restera-t-il dans les 2 tampons à la fin du gonflage ? (2 points)

$$(60 \times 11 + 2 \times 50 \times 301) / 160 = 192,25 \text{ bar soit } 191,25 \text{ bar (*)}$$

Ou

$$(60 \times 10 + 2 \times 50 \times 300) / 160 = 191,25 \text{ bar}$$

- 2) En utilisant les tampons l'un après l'autre, quelle pression, lue au manomètre, restera-t-il dans les 2 tampons à la fin du gonflage ? (4 points)

Avec le premier tampon : $(60 \times 11 + 50 \times 301) / 110 = 142,8 \text{ bar}$

Avec le deuxième tampon : $(60 \times 142,8 + 50 \times 301) / 110 = 214,7 \text{ bar soit } 213,7 \text{ bar (*)}$

Ou

Avec le premier tampon : $(60 \times 10 + 50 \times 300) / 110 = 141,8 \text{ bar}$

Avec le deuxième tampon : $(60 \times 141,8 + 50 \times 300) / 110 = 213,7 \text{ bar}$

VIII. Question (6 points)

Vous souhaitez gonfler votre bouteille de 15 litres dans laquelle il reste 50 bar avant de partir plonger. Vous disposez de 4 tampons de 50 litres gonflés à 200 bars chacun.

Nota : résultats arrondi au bar supérieur

Remarque : Toutes les pressions données sont des pressions lues au manomètre.

- 1) Quelle sera la pression finale de votre bloc si vous utilisez les 4 tampons simultanément ? (2 points)

$$\frac{(4 \times 50 \times 200) + (15 \times 50)}{4 \times 50 + 15} = \frac{40750}{215} = 189,53 \text{ bars}$$

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

- 2) Quelle sera la pression finale de votre bloc si vous utilisez les 4 tampons successivement ? (2 points)**

$$\frac{(50 * 200) + (15 * 50)}{50 + 15} = 165.4bars$$

$$\frac{(50 * 200) + (15 * 165.4)}{50 + 15} = 192.0bars$$

$$\frac{(50 * 200) + (15 * 192.0)}{50 + 15} = 198.2bars$$

$$\frac{(50 * 200) + (15 * 198.2)}{50 + 15} = 199.6bars$$

- 3) Quelle est votre conclusion ? (1 point)**

Utilisation des tampons successivement.

- 4) Vous constatez sur le bateau, lorsque vous ouvrez votre bloc que la pression a varié par rapport à celle lue au club en fin de gonflage. Que s'est-il passé ? (1 point)**

Explication de la loi de Charles.

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

IX. Question (6 points)

On dispose d'une rampe de 3 blocs tampons de 50 litres chacun à 220 bars. On veut gonfler à 200 bar simultanément 2 blocs de 15 litres dans lesquels il reste 80 bars et 1 bloc de 12 litres dans lequel il reste 100 bars. Initialement la température de l'ensemble du matériel est de 20 °C

1) Quelle sera la pression maximale des blocs si l'on utilise les 3 tampons simultanément ? (2 points)

Volume d'air des tampons : $(3 \times 50) \times 220 = 33000$ litres

Volume des tampons : $3 \times 50 = 150$ litres

Volumes des bouteilles : $(2 \times 15) + (1 \times 12) = 42$ litres

Volume d'air restant dans les bouteilles : $(30 \times 80) + (12 \times 100) = 3600$ litres

Volume total d'air : $33000 + 3600 = 36600$ litres

Volume total : $150 + 42 = 192$ litres

Pression finale après équilibre : $36600 / 192 = 190,6$ bars

2) Quelle sera la pression maximale des blocs si l'on utilise les 3 tampons successivement ? (3 points)

Tampon 1

Quantité d'air du tampon 1 : $50 \times 220 = 11000$ litres

Volume des bouteilles : 42 litres

Quantité d'air restant dans les bouteilles : $(30 \times 80) + (12 \times 100) = 3600$ litres

Quantité d'air totale : $11000 + 3600 = 14600$ litres

Pression après équilibre : $14600 / 92 = 158,7$ bar

Tampon 2

Quantité d'air du tampon 2 : $50 \times 220 = 11000$ litres

Volume des bouteilles : 42 litres

Quantité d'air dans les bouteilles : $158,7 \times 42 = 6665$ litres

Quantité totale d'air : $6665 + 11000 = 17665$ litres

Pression après équilibre : $17665 / 92 = 192,0$ bar

Tampon 3

Quantité d'air du tampon 3 : $50 \times 220 = 11000$ litres

Volume des bouteilles : 42 litres

Quantité d'air dans les bouteilles : $192 \times 42 =$

8064 litres

Quantité totale d'air : $8064 + 11000 =$

19064 litres

Pression finale après équilibre : $19064 / 92 = 207,2$ bar

3) Le lendemain (20 °c), après avoir gonflé sur les 3 tampons en successif, vous contrôlez la pression des blocs et vous lisez 190 bars. Calculez la température à la fin du gonflage de la veille. (1 point)

(Toutes les pressions sont lues au manomètre)

$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$ T en Kelvin = °C + 273

$207 / T_1 = 190 / 293$ $T_1 = 319$ °K $T_1 = 46$ °C

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

X. Question (6 points)

On cherche à obtenir un gonflage à au moins 190 bar (*) dans une bouteille de 15 litres ne contenant plus que 20 bar (*) de pression résiduelle. Pour ce faire on dispose de 3 tampons de 30 litres chacun et gonflés à 200 bar (*) que l'on utilisera successivement.
(*) pressions lues au manomètre

1) Quelle sera alors la pression (*) dans le dernier tampon après le 3ème équilibre ? (2 points)

1^{er} méthode : calcul en absolu

$$\text{Premier tampon : } (30 \times 201 + 15 \times 21) / (30 + 15) = 141 \text{ bar}$$

$$\text{Deuxième tampon : } (30 \times 201 + 15 \times 141) / (30 + 15) = 181 \text{ bar}$$

$$\text{Troisième tampon : } (30 \times 201 + 15 \times 181) / (30 + 15) = 194,3 \text{ bar}$$

2^{ème} méthode : calcul en relatif

$$(30 \times 200 + 15 \times 20) / (30 + 15) = 140 \text{ bar} \quad (30 \times 200 + 15 \times 140) / (30 + 15) = 180 \text{ bar} \\ (30 \times 200 + 15 \times 180) / (30 + 15) = 193,3 \text{ bar}$$

Donc pression du dernier équilibre $P=193,3$ bar (lu au mano).

2) La mesure précédente est réalisée juste après le gonflage rapide du bloc. Sa température est alors de 50 ° C. Quelle sera la pression (*) du bloc après refroidissement à la température du local de gonflage 15 °C ? (2 points)

$$P_1 \times V_1 / T_1 = P_2 \times V_2 / T_2 \text{ avec } V_1 = V_2$$

$$T_1 = (50 + 273) = 323^\circ \text{ K} \quad T_2 = (15 + 273) = 288^\circ \text{ K}$$

$$P_2 = P_1 \times T_2 / T_1 = 194,3 \times (288 / 323) = 173,24 \text{ bar donc } 172,24 \text{ bar au mano}$$

3) En réutilisant uniquement le dernier tampon le lendemain, à quelle pression (*) pourra-t-on gonfler le bloc avant d'aller plonger ? (2 points)

$$\text{Calcul en relatif } (30 \times 193,3 + 15 \times 172,24) / (30 + 15) = 186,3 \text{ bar}$$

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

XI. Question (6 points)

On veut fabriquer un mélange suroxygéné dont la composition sera de 40% d'O₂ et 60% d'N₂ à une pression de 200 b dans un bloc de 15 litres, initialement vide.

On dispose pour ce faire, de deux tampons et d'un dispositif d'équilibrage avec manomètre.

1er tampon : B50 (capacité en eau de 50 litres) d'Oxygène à 200 b

2ème tampon : B50 d'air à 250 b

La manœuvre s'effectuera par deux remplissages :

1ère étape : L'oxygène

2ème étape : L'air

() Toutes les pressions sont lues au manomètre et l'on prendra pour la composition de l'air : 20 % O₂ et 80% N₂.*

1) Quelle quantité d'oxygène devra-t-on introduire dans le bloc ? (3 points)

A la fin du gonflage, il faudra avoir dans le bloc de 15 litres, 40 % d'oxygène soit :

$$15 \times 200 \times 0,4 = 1200 \text{ litres}$$

Cet oxygène vient de la B50 d'O₂ et de l'air ajouté. Soit P_i la pression initiale d'O₂ dans le bloc (après le 1^{er} tamponnage).

$$\text{Volume O}_2 = 15 \times P_i + 15 \times 0,2 (200 - P_i) = 1200$$

$$P_i + 0,2 (200 - P_i) = 1200 / 15 = 80$$

$$P_i - 0,2 P_i = 80 - 40 = 40$$

$$P_i = 40 / 0,8 = 50 \text{ b}$$

La quantité initiale d'oxygène pur à introduire dans le bloc est donc: $50 \times 15 = 750$ litres

2) Quelle sera la pression résiduelle dans chaque tampon à la fin de l'opération ? (2 points)

La baisse de pression dans la B50 d'O₂ est de :

$$750 / 50 = 15 \text{ b}$$

La pression résiduelle d'oxygène dans la B50 sera donc :

$$200 - 15 = 185 \text{ b}$$

Baisse de pression dans la B50 d'air :

Le volume total de nitrox fabriqué sera de : $15 \times 200 = 3000$ litres

Comme on injecte 750 litre d'O₂ il restera $(3000 - 750)$ soit 2250 litres d'air pour compléter le bloc. La chute de pression dans la B50 d'air sera donc de :

$$2250 / 50 = 45 \text{ b}$$

La pression résiduelle dans la B50 d'air sera donc de $250 - 45 = 205 \text{ b}$

3) Quelle est la profondeur limite d'utilisation de ce mélange ? (1 point)

$$P_{pO_2} \text{ max} = 1,6 \text{ b}$$

$$P_{\text{abs}} = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ b soit } 30 \text{ m de profondeur}$$

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

XII. Question (6 points)

Un plongeur veut gonfler 1 bi-bouteille à l'aide de 2 bouteilles tampons. Le bi-bouteille présente une capacité de 2 x 10 litres et une pression de service de 200 bar, sa pression restante est de 30 bar (*). Il dispose de 2 bouteilles tampons indépendants de 50 litres gonflés à 230 bar (*).

Deux méthodes sont possibles pour gonfler le bi-bouteille. Laquelle choisissez-vous ? Justifier votre réponse, en chiffrant les deux solutions. (*) *pressions lues manomètre*

1^{er} méthode : les deux tampons en même temps. (2 points)

$$(2 \times 50 \times 231 + 2 \times 10 \times 31) / (2 \times 50 + 2 \times 10) = 197,7 \text{ bar donc } 196,7 \text{ bar lu mano.}$$

2^{ème} méthode : les tampons successivement. (2 points)

$$\text{Tampons N° 1 ; } (50 \times 231 + 2 \times 10 \times 31) / (50 + 2 \times 10) = 173,9 \text{ bar. Tampons N° 2 ; } \\ (50 \times 231 + 2 \times 10 \times 173,9) / (50 + 2 \times 10) = 214,7 \text{ bar donc } 213,7 \text{ bar lu mano.}$$

La meilleure solution est la deuxième car la pression finale est supérieure (1 point)

Il faudra arrêter le gonflage du Bi à sa pression de service, c'est-à-dire à 200 bar. (1 point)

XIII. Question (6 points)

Vous disposez d'une rampe de 3 tampons de 50 litres chacun, gonflés à 250 bar(*) et vous désirez remplir (en même temps) 3 blocs de 12 litres dans lesquels il reste 50 bar (*) (*) *Pressions lues au manomètre*

1) Quelle sera la pression dans les blocs (*) si on utilise les 3 tampons simultanément ? (2 points)

2 façons de faire le calcul en absolu ou en relatif

1^{er} méthode

$$(3 \times 50 \times 251 + 3 \times 12 \times 51) / (3 \times 50 + 3 \times 12) = 212,3 \text{ bar, donc } 211,3 \text{ bar au mano}$$

2^{ème} méthode

$$(3 \times 50 \times 250 + 3 \times 12 \times 50) / (3 \times 50 + 3 \times 12) = 211,3 \text{ bar}$$

2) Quelle sera la pression dans les blocs (*) si on utilise les 3 tampons successivement ? (*On néglige le volume des tuyauteries.*) (3 points)

$$\text{premier tampon : } (50 \times 251 + 3 \times 12 \times 51) / (50 + 3 \times 12) = 167,3$$

$$\text{deuxième tampon : } (50 \times 251 + 3 \times 12 \times 167,3) / (50 + 3 \times 12) = 216 \text{ bar}$$

$$\text{troisième tampon : } (50 \times 251 + 3 \times 12 \times 216) / (50 + 3 \times 12) = 235,8 \text{ bar}$$

Donc les trois blocs pourraient être gonflés à 234,8 bar (mano). La PS étant de 230 b on s'arrêtera à cette pression.

3) Conclusion ? (1 point)

Il vaut mieux utiliser la seconde méthode, qui permet d'atteindre des pressions plus élevées dans les blocs de 12 litres.

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

XIV. Question (6 points)

Vous disposez au retour de plongée de 5 blocs de même volume ayant les pressions suivantes : (on considère que les pressions sont lues au manomètre, les transferts se font à température constante sans baisse de pression).

Pression bloc 1 = 50b ; Pression bloc 2 = 30b ; Pression bloc 3 = 80b ; Pression bloc 4 = 40b ;
Pression bloc 5 = 50b

- 1) Vous équilibrez les 5 blocs ensemble. A quelle pression sont-ils ? (2 points)**
Pression équilibrage = la moyenne des pressions (pour des volumes identiques). Soit pression d'équilibrage = $(50+30+80+40+50) / 5 = 50b$
- 2) Vous gonflez les blocs avec un tampon de 100 litres à 210 bar. Après équilibrage la pression des blocs (volume de 12litres) est de 150bar. Quelle est la pression du tampon ? justifiez votre réponse (2 points)**
150bar. Les blocs et le tampon sont équilibrés donc la pression est la même
Pression à prendre dans le Tampon = ((Pression blocs après équilibrage avec le tampon – Pression des blocs) x Volume des blocs) / Volume Tampon
 $(150b - 50b) \times 12l = 100b \times 60l = 6000 - 6000 / 100l = 60b$
Pression Tampon après équilibrage = Pression Tampon gonflé – pression à mettre dans les blocs
 $210b - 60b = 150b$
- 3) Combien de temps un compresseur de 16m³/heure mettra-t-il pour remplir le tampon et les blocs à 210b ? (2points)**
Durée gonflage en minutes = $((P_{\text{tampon}} \times V_{\text{tampon}}) + (P_{\text{bloc}} \times V_{\text{bloc}}) / \text{Débit compresseur}) \times 60$
 $((60b \times 100l) + (60b \times 60l)) = 9600 (9600 \times 60\text{min}) / 16000l = 36\text{min}$

XV. Question (6 points)

Toutes les pressions sont lues au manomètre. Tous les résultats seront arrondis au bar inférieur. Toute réponse non justifiée sera comptée fausse.

- 1) Sur une rampe de gonflage, vous mettez en communication un bloc de 15 litres de pression résiduelle 100bar, et un bloc de 12 litres de pression résiduelle 50 bar. Les deux blocs ont une pression de service de 200bar. Quelle est la pression dans chaque bloc après cette opération ? (1 point)**
 $P = (15 \times 100 + 12 \times 50) / (15 + 12) = 77 \text{ b}$. La pression sera de 77b dans chaque bloc
 - 2) Pour gonfler ces deux blocs à 200bar, vous disposez de deux bouteilles tampons indépendantes de 50 litres, l'une gonflée à 250 bar et l'autre à 220 bar. Vous voulez économiser au maximum le stock d'air dans les tampons. Comment procédez-vous pour effectuer ce gonflage ? (2 points)**
Utiliser les tampons successivement, et commencer par celui à 220bar
 - 3) Calculez les étapes de cette procédure et donnez la pression finale dans chaque tampon à la fin du gonflage. (3 points)**
Tampon 1 : $(77 \times 27 + 50 \times 200) / 27 + 50 = 169 \text{ b}$
La pression dans chaque bloc, et dans le 1er tampon, est de 169bar
Tampon 2 : $(169 \times 27 + 50 \times 250) / 27 + 50 = 221 \text{ b}$ - Arrêter le gonflage à 200bar
Si l'arrêt du gonflage à 200bars n'est pas précisé: Opt sur 1pt
Il faut 837 litres du 2^{ème} tampon pour atteindre 200bar
La pression finale dans le 2ème tampon est de 233bar
-

CORRIGE GP PHYSIQUE TAMPON

XVI. Question (4 points)

Vous organisez une plongée. Vous avez 3 blocs tampons de 50 l, chacun gonflé à 200 bar (*). Vous gonflez une bouteille de 15 litres où il reste 50 bar (*). (*) Pressions lues manomètre
Vous pouvez faire le calcul avec les pressions lues au manomètre ou absolues : le résultat sera le même.

1) Quelle est la pression finale, lue au manomètre, si on ouvre les 3 tampons simultanément ? (2 points)

Pression finale à l'équilibre : $(3 \times 50 \times 201 + 15 \times 51) / (3 \times 50 + 1 \times 15) = 187,4$ bar donc 186,4 bar au mano. Ou $(3 \times 50 \times 200 + 15 \times 50) / (3 \times 50 + 1 \times 15) = 186,4$ bar

2) Sur une consommation estimée à 20 litres/min (estimé en surface) et une réserve à 50 bar, quelle sera l'autonomie pour une plongée à 45 mètres ? (On néglige le temps de descente à cette profondeur) (2 points)

Pression absolue à 45 m : $P_{abs} = 5,5$ bar

Consommation à 45 mètres : $20 \times 5,5 = 110$ l/min.

Volume d'air disponible : $(186,4 - 50) \times 15 = 2046$ l

Autonomie : $2046 / 110 = 18,6$ min. Soit 18 min. 36 s

Calcul de la pression relative intermédiaire dans le bloc :

$$(50 \times 220) / (50 + 18) \approx 161,76 \text{ bar}$$

Calcul de la pression relative finale dans le bloc :

$$(50 \times 220 + 18 \times 161,76) / (50 + 18) \approx 204,58 \text{ bar}$$