

ASPECTS THEORIQUES DE L' ACTIVITE

Durée 1h00

Coefficient 3

1^{ère} question (On ne tiendra pas compte de l'influence de la température)

Sur un chantier archéologique dûment accrédité par la DRASSM, vous devez remonter un canon de 1909 kg reposant sur un fond de 39m. La masse volumique de l'alliage du canon est de 8300 kg/m^3 .

1°) Calculez le poids apparent du canon.

2°) Calculez la quantité de gaz nécessaires pour faire décoller le canon à cette profondeur sachant que vous disposez de 2 parachutes d'un poids de 6 kg et d'un volume de 5 dm^3 (tissu, cordages et manilles).
Connaissant le caractère «minutieux» du chef de chantier, vous décidez de tenir compte également du poids de cet air dans les parachutes et de la masse volumique exacte de l'eau de mer ($\rho = 1026 \text{ Kg/m}^3$).
Poids de l'air: $1,293 \text{ g / dm}^3$.

2^{ème} question:

Les constructeurs de matériel de plongée imaginent avec plus ou moins de bonheur des dispositifs ayant pour but d'empêcher le givrage de leurs détendeurs en eau froide.

- Expliquer le phénomène de production de froid dans un détendeur et l'emplacement privilégié de la formation de glace dans le premier étage des détendeurs à membrane et à piston ?
- Expliquer les principes physiques de base utilisés par les constructeurs pour lutter contre ce phénomène.
- Quelles sont les astuces utilisées par les constructeurs
- Quelles sont les précautions à prendre et les fautes à éviter?

3^{ème} question

Un bloc de 15 litres est stocké dans le coffre d'une voiture en plein soleil. Le bloc est à une température de 57°C . La pression mesurée est de 200 bars. La température de l'eau est de 27°C . On considérera que le passage de 57°C . à 27°C . est instantané. Le temps de descente à la profondeur d'évolution sera négligé.

- Quelle sera son autonomie sur une profondeur de 40 mètres avant qu'il n'atteigne la pression de 65 bars.
- Sa réserve d'air lui permet-elle d'effectuer sa remontée et 25 minutes de palier à 3 mètres. On arrondira le temps de remontée comme équivalent à un séjour à mi-profondeur. Il utilise un détendeur à membrane dont la valeur de la moyenne pression est de 10 bars. Sa consommation moyenne en surface est de 15 litres par minute.

ASPECTS THEORIQUES DE L'ACTIVITE

CORRECTIONS

Durée 1h00

Coefficient 3

1^{ère} question (Proposition de barème: 8 points)

1°) Calcul du poids apparent d'un canon:

Volume du canon: $V(\text{m}^3) = P(N)/\varpi(\text{N}/\text{m}^3) = 19.200/83.333 = 0,230 \text{ m}^3$

Poussée d'Archimède sur le canon:

P Archi = Volume du canon x Poids volumique de l'eau de mer

ϖ (eau de mer) = ρ (eau de mer) x 9,81 = $1.026 \text{ Kg}/\text{m}^3 \times 9,81 = 10.065 \text{ N}/\text{m}^3$

Poussée d'Archimède = $0,230 \text{ m}^3 \times 10.065 \text{ N}/\text{m}^3 = 2315 \text{ N}$

Poids apparent du canon = Poids réel – Poussée d'Archimède

P app = 19.200 N – 2334 N = 16.885 N

2°) Calcul de la quantité de gaz nécessaire au gonflage des parachutes:

Calcul du poids apparent d'un parachute:

Poussée d'Archimède sur le parachute:

P. Archi = Volume du parachute x Poids volumique de l'eau de mer

Poussée d'Archimède = $0,005 \text{ m}^3 \times 10.065 \text{ N}/\text{m}^3 = 50,33 \text{ N}$

Poids apparent d'un parachute = Poids réel – Poussée d'Archimède

P app = 60 N – 50,33 = 9,67 N

Calcul du poids apparent d'un m³ d'air à 39m:

P. app = P réel - P. Archi

P. réel d'1 m³ d'air en surface = $\varpi(\text{N}/\text{m}^3) \times 1\text{m}^3 = \rho(\text{Kg}/\text{m}^3) \times 9,81 \times 1 \text{ m}^3$

P réel d'1 m³ d'air en surface = $0,293 \text{ Kg}/\text{m}^3 \times 9,81 = 2,87 \text{ N}$

P. absolue à 39m = P.atm + P.hydro

P. absolue à 39m = $101.300 \text{ N}/\text{m}^2 + (39 \text{ m} \times 10.065 \text{ N}/\text{m}^3) = 493.835 \text{ N}/\text{m}^2$

P. réel d'1 m³ d'air à 39m = $2,87 \times 493.835/101.300 = 14 \text{ N}$

Poussée d'Archimède sur 1 m³ de gaz = Poids du volume de liquide déplacé

Poids d'1 m³ d'eau de mer en atlantique: 10.065 N

Poids apparent d'1 m³ d'air à 39m = P. réel – P. Archi. = 14 – 10.065 = -10.051 N

Poids apparent total à remonter: P apparent Canon + 2 x (poids apparent parachutes)

Poids apparent de l'ensemble Canon-Parachutes = $16.885\text{N} + 2 \times 9,67 = 16904,34 \text{ N}$

Volume d'air nécessaire: $16.904,34\text{N} / 10.051 \text{ N}/\text{m}^3 = 1,68 \text{ m}^3$

3°) Intérêt de gonfler les parachutes à Hélium:

La différence de masse volumique entre l'air et l'Hélium est de $0,115 \text{ Kg}/\text{m}^3$

Les parachutes faisant 1 m^3 , une différence de 100g est sans intérêt.

2^{ème} question (Proposition de barème: 6 points)

a) Principe de production de froid dans un détendeur:

Lorsque l'air se détend, il se refroidit. Si il y a présence d'eau il y a risque de formation de glace.

La production de froid est proportionnelle au gradient de pression et au débit.

Le risque de givrage est donc maximum au premier étage.

Détendeur à membrane: L'eau se trouvant dans la chambre humide gèle contre la membrane en la maintenant en position enfoncée donc: débit continu, phénomène progressif.

Détendeur à piston: Le joint torique autour du piston se colle au métal de la chambre le plus souvent en position ouverte (moment de production maxi de frigories): débit continu, phénomène instantané.

b) Principes de lutte:

Réchauffer le détendeur par l'eau ambiante dont la T° est toujours $> 0^\circ\text{C}$

- Utiliser un métal bon conducteur de chaleur (Laiton)
- Faciliter les échanges thermiques entre la chambre humide et l'eau ambiante
- Faciliter les échanges thermiques entre la chambre MP et le milieu ambiant.

- Ailettes de «réchauffement»
Evacuer les frigories vers l'extérieur mais pas dans la chambre humide!

c) Astuces des constructeurs

- Remplir la chambre humide de glycol ou de silicone ou l'isoler par une membrane souple
- Remplir d'air la chambre humide par un système à micro-fuites
- Utiliser le système DIN meilleur conducteur de chaleur
- Utiliser le minimum de pièces métalliques au 2^{ème} étage (Téflon, Rilsan...)

d) Fautes à éviter:

- Présence d'eau dans les bouteilles au gonflage
- Enrober le 1^{er} étage dans du tissu ou du Néoprène
- Mettre sur le même 1^{er} étage le direct système et le 2^{ème} étage principal.
- Dans le cas contraire, éviter de gonfler le gilet pendant une inspiration.

3^{ème} question (*Proposition de barème: 6 points*)