N قـــــاعدة L أرشمـــــــيدس N

الجسم المغمور كلياً أو جزئياً فى مائع يكون مدفوعاً بقوة إلى أعلى تساوى وزن المائع الذى يزيحه الجسم كلياً أو جزئياً على الترتيب.

. . . تعريف قوة دفع السائل لجسم F_b :
هى القوة المؤثرة على جسم مغمور فى سائل و تنشأ عن فرق الضغط على السطحين السفلى و العلوى لهذا الجسم .

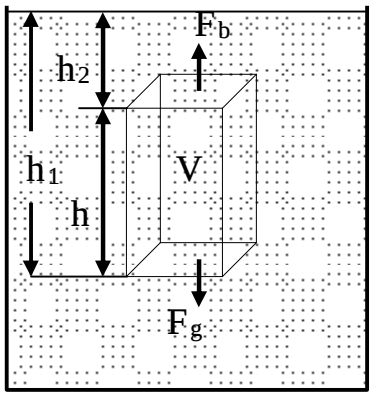
. . . اتجاه قوة الدفع : دائماً لأعلى . ⇧

. . . العلاقة بين قاعدة أرشميدس و القانون الثالث لنيوتن : حيث نجد أن وزن الجسم المغمور يؤثر على السائل ككل بقوة لأسفل و نجد أن السائل يؤثر بقوة إلى أعلى كرد فعل مساو فى المقدار و مضاد فى الإتجاه .

M استنتاج قـــاعـــدة أرشمـــيدس نظرياً M

. . . إثبات أن قوة دفع السائل على الجـــسم = وزن السائل المزاح . . .

نفرض أن سائل ساكن فى إناء و نتصور جزءاً من السائل على شكل منوازى مستطيلات تخيلى قاعدته A و ارتفاعه h و حجمه V_{oL} .
يقع متوازى المستطيلات تحت تأثير عدة قوى :
1 – قوى أفقية تلاشى بعضها البعض .
2 – قوى رأسية و هى :



أ – وزن متوازى مستطيلات لأسفل :

$$\text{Q}\ (F_g)_L = m\,g \quad \therefore (F_g)_L = \rho\ V\,g \Longrightarrow (1)$$

ب – قوة الدفع F_b و تنشأ عن فرق الضغط على قاعدتى متوازى المستطيلات :

$$\text{Q}\ F_b = \Delta P \times A = (P_1 - P_2)\,A$$
$$= (\rho\ g\,h_1 - \rho\ g\,h_2)\,A = \rho\ g\,(h_1 - h_2)$$
$$= \rho\ g\,h\,A = \rho\ g\,V \Longrightarrow (2)$$

من (1) ، (2) ينتج أن $\therefore F_b = (F_g)_L$ #

$\therefore$ قوة دفع السائل على الجـسم = وزن السائل المزاح .

. . . محصلة القـــوى المؤثرة على جســـم مغمـــور فى ســـائل :

إذا استبدلنا متوازى المستطيلات التخيلى السابق بجسم صلب له نفس الحجم و الشكل و لكن من مادة كثافتها ρ_S فيكون القوى المؤثرة على الجسم
هى قوة دفع السائل و اتجاهها لأعلى و وزن الجسم لأسفل حيث :

$$\therefore \uparrow F_b = \rho_L\,g\,V \qquad \therefore \downarrow (F_g)_S = \rho_S\,g\,V$$

القوة المحصلة المؤثرة = قوة الدفع ـــ وزن الجسم

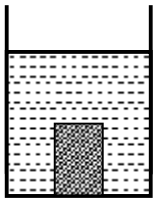
$$\therefore F_{\text{المحصلة}} = \uparrow F_b - \downarrow (F_g)_S = \rho_L\,g\,V - \rho_S\,g\,V$$

$$\therefore F_{\text{المحصلة}} = g\,V(\rho_L - \rho_S)$$

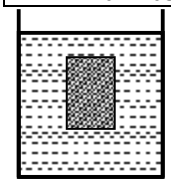
¶ الأوضـــاع التـــى يتخذهـــا جســـم فـــى ســـائل :

j يغـــوص الجســـم :

إذا كان وزن الجسم $(F_g)_S$ > قوة الدفع F_b و تكون القوة المحصلة يكون إتجاهها لأسفل (سالبة)
و يحدث هذا عندما تكون كثافة الجسم الصلب ρ_S > كثافة السائل ρ_L .



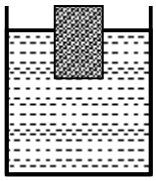
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



k يعلق الجسم فى حالة إتزان :

إذا كان وزن الجسم (F_g) S = قوة الدفع F_b و تكون القوة المحصلة = صفر

و يحدث هذا عندما تكون كثافة الجسم الصلب ρ_S = كثافة السائل ρ_L .



l يطفو الجسم :

إذا كان وزن الجسم (F_g) S > قوة الدفع F_b لأن القوة المحصلة يكون إتجاهها لأعلى (موجبة)

و يحدث هذا عندما تكون كثافة الجسم الصلب ρ_S > كثافة السائل ρ_L .

و فى هذه الحالة يستقر الجسم فوق سطح السائل بحيث يطفو جزء منه و يكون :

وزن الجسم الطافى = وزن السائل الذى يزيحه الجزء المغمور من الجسم = قوة دفع السائل على الجسم

و يصبح (F_g) S = قوة الدفع F_b عند الإستقرار على السطح .

****

× × الوزن الظاهرى لجسم فى السائل $(F_g)'_S$:

إذا علق جسم بميزان زنبركى فإن قراءة الميزان تمثل وزنه و هو فى الهواء و يسمى الوزن الحقيقى (F_g) S

و عندما يعلق نفس الجسم فى نفس الميزان الزنبركى و لكن يكون الجسم مغموراً فى السائل فإن قراءة الميزان تقل نظراً لوجود قوة دفع للسائل و تمثل هذه القراءة الوزن الظاهرى للجسم $(F_g)'_S$ و هى أقل من الوزن الحقيقى بمقدار قوة الدفع .

∴ قوة الدفع F_b = (F_g) S – $(F_g)'_S$

∴ $(F_g)'_S$ = (F_g) S – قوة الدفع F_b

× × العوامل المؤثرة فى قوة دفع السائل : ($F_b = \rho_L g V'$ مغمور)

u كثافة السائل . v عجلة الجاذبية الأرضية . w حجم الجزء المغمور من الجسم .

µ µ تعليلات هامة جداً .....

س1 علل : قوة دفع الماء العذب (الأقل كثافة) على سفينة طافية تساوى قوة دفع الماء المالح (الأكبر كثافة) على نفس السفينة ؟

ج لأنه حسب قانون الطفو وزن الجسم الطافى كله = قوة الدفع و حيث أن وزن السفينة ثابت فى الحالتين لابد أن تتساوى قوة الدفع فى الحالتين و إن كان حجم الجزء المغمور فى الماء المالح سيكون أقل من حجم الجزء المغمور فى الماء العذب .

س2 علل : عند دخول السفينة المحملة بالبضائع باقصى حمولة لها من المياه المالحة إلى المياه العذبة يلزم إنقاص حمولتها ؟

ج نظراً لثبوت قوة الدفع فى الحالتين لأن الجسم طافى فإن حجم الجزء المغمور فى الماء العذب سيكون أكبر من حجم الجزء المغمور فى الماء المالح ربما ساعد على غرقها و بالتالى يلزم إنقاص حمولتها .

س3 علل : يظل وزن إناء مملوء بالماء كما هو عند طفو قطعه من الفلين فوقه ؟

ج لأن وزن قطعة الفلين = وزن السائل المزاح .

س4 علل : أحياناً يكون الوزن الظاهرى صفر و أحياناً يكون سالب ؟

ج يكون الوزن الظاهرى صفر فى حالتين :

1 – فى حالة الطفو :- لأن قوة الدفع = وزن الجسم الطافى .

2 – فى حالة الجسم المعلق :- لأن قوة الدفع = وزن السائل المزاح بواسطة الجسم المغمور .

و يكون الوزن الظاهرى سالب عندما تكون قوة الدفع > من وزن الجسم فيكون إتجاه الوزن الظاهرى للجسم (محصلتهما) إلى أعلى أى عكس إتجاه الجاذبية الأرضية .

س5 علل : قوة دفع الماء العذب (الأقل كثافة) على غواصة صغيرة فى باطنه أقل من قوة دفع الماء المالح (الأكبر كثافة) على نفس الغواصة الصغيرة التى فى باطنه ؟

ج لأنه حسب قاعدة أرشميدس ($F_b = \rho_L g V$) و حيث أن حجم الجسم ثابت و عجلة الجاذبية ثابتة فإن السائل ذو الكثافة الأقل تكون قوة دفعه أقل .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

س6 علل : يزداد وزن إناء مملوء بالماء عند غمر قطعة من النقود فيه ؟

جـ لأن وزن قطعة النقود أكبر من قوة الدفع أى أكبر من وزن السائل المزاح .

س7 علل : الجسم المغمور فى ماء يلقى دفعاً من أسفل إلى أعلى ؟

جـ بسبب فرق الضغط على السطحين العلوى و السفلى للجسم و يكون الضغط أسفل الجسم أكبر من الضغط أعلى الجسم .

س8 علل : إذا طفا جسم على عدة سوائل مختلفة الكثافة كل على حدة فإن قوة دفع كل منهم على الجسم تكون متساوية ؟

جـ و ذلك لأن قوة الدفع لكل منهم تساوى وزن الجسم الطافى فى جميع الحالات بالرغم من إختلاف حجم الجزء المغمور من الجسم فى أى منهم .

س9 علل : على الرغم من إختلاف كثافة الحديد والألومنيوم إلا أنه عند تساوى الحجوم لكل منها يتساوى النقص فى الوزن عند غمرهم كل على حدة فى كأس إزاحة به ماء ؟

جـ لأن النقص فى الوزن لأى منهم يساوى قوة الدفع وقوة الدفع متساوية لثبوت الحجم و كثافة السائل .

س10 علل : السباحة فى ماء البحر أسهل من السباحة فى ماء النهر ؟

جـ نظراً لثبوت قوة الدفع فإن حجم الجزء المغمور فى ماء البحر يكون أقل من حجم الجزء المغمور فى ماء النهر فتسهل السباحة .

س11 علل : من السهل رفع حجر مغمور تحت سطح الماء بينما من الصعب رفعه فوق سطح الارض ؟

جـ لوجود قوة دفع للماء تقلل من وزن الجسم .

س *سؤال* **ما معنى أن** قوة الدفع على جسم طافى فوق سطح سائل = 20 نيوتن ؟

جـ معنى ذلك أن وزن السائل المزاح بواسطة الجزء المغمور من الجسم = 20 نيوتن .
أو وزن الجسم الطافى كله = 20 نيوتن .

س *سؤال* **ما معنى أن** قوة الدفع على جسم مغمور فى سائل = 5 نيوتن ؟

جـ معنى ذلك أن وزن السائل المزاح بواسطة هذا الجسم الجسم = 5 نيوتن .
أو القوة الناشئة عن فرق الضغط أعلى و أسفل سطحى الجسم = 5 نيوتن .

****

I تطبيقات على الطفو I

✕ ✕ أولاً : تقنية المعالجة بالمـــــــاء :

* بعض الأشخاص يجد مشكلة فى تحريك أو رفع أطرافهم و ذلك قد يكون بسبب مرض معين أو ضمور فى العضلات أو المفاصل .
* * لذلك يغمر جسم المريض كاملاً فى الماء فيكون وزن الأطراف الظاهرى منعدم أوصغير تقريباً فيسهل عليه تحريك هذه الأطراف بأقل مجهود و بذلك يستطيع عمل تمرينات العلاج الطبيعى فى الماء بسهولة .

✕ ✕ ثانـياً : تجـــــارب انعدام الوزن :

* تجرى تجارب انعدام الوزن لتدريب رواد الفضاء و رجال المظلات .
* * يتم ذلك فى حاويات (أو أحواض) مملوءة بسائل يضبط تركيزه بحيث تتزن قوة الدفع مع الوزن .

✕ ✕ ثالثـــاً : الغـواصـــــــــــة :

* تطفو الغواصة عندما يمتلئ الفراغ بداخلها (مستودعات الطفو) بالهواء .
* * تغوص الغواصة عندما يمتلئ الفراغ بالماء .
* * * نجد ذلك فى الأسماك حيث توجد مثانات هوائية تملؤها السمكة بالهواء لتساعدها على الطفو ثم تفرغها من الهواء لتساعدها على الغوص .

✕ ✕ رابعـــاً : الغـــــــــــواص :

* عند الغطس إلى أعماق قليلة فإن الغواص يتنفس هواء مضغوط حتى يتعادل الضغط على رئتيه مع الضغط الخارجى .
* * عند الغطس إلى أعماق كبيرة يغير الغواص الضغط فى السترة التى يرتديها (بدلة الغطس) حيث تنفخ بالهواء ليتحكم فى قوة الطفو عليه .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سؤال تفصيلى على قاعدة أرشميدس : (نماذج الوزارة 91 / 92)

جسم وزنه فى الهواء s (F_g) و كأس ذو فتحة جانبية ذات سداد محكم و موضوع فوق ميزان وحيد الكفة فتحت الفتحة الجانبية و ملئ الكأس تماماً بالماء ثم أغلقت الفتحة ثانية و عين وزن الكأس و ما به من ماء فكان وزنه (F_g) ثم علق الجسم فى خطاف ميزان زنبركى و غمر فى سائل الكأس دون أن يلامس قاعه أو جدرانه فاذكر مع التعليل ماذا يحدث لقراءة الميزانين :-

1 – إذا كانت الفتحة الجانبية للكأس مغلقة .

2 – إذا كانت الفتحة الجانبية للكأس مفتوحة .

ñ **الحـــــــل** ñ

1 – إذا كانت الفتحة الجانبية مغلقة :

أولاً : بالنسبة للميزان الزنبركى العلوى :

 # قراءة الميزان قبل غمر الجسم فى السائل s (F_g)

قراءة الميزان بعد وضع الجسم فى السائل (F_g) s — F_b

***** فإذا كانت كثافة الجسم > كثافة السائل**

يكون وزن الجسم s (F_g) > قوة الدفع F_b

∴ تقل قراءة الميزان بمقدار F_b

أى تصبح قراءة الميزان العلوى هى :- (F_g) s — F_b

***** أما إذا كان الجسم عالقاً فى باطن السائل أو طافياً فإن**

وزن الجسم s (F_g) = قوة الدفع F_b

∴ الفرق بينهما = صفر

∴ يعود مؤشر الميزان إلى صفر التدريج .

ثـانياً : بالنسبة للميزان السفلى ذى الكفة الواحدة :

 # قراءة الميزان قبل تعليق الجسم فى السائل (F_g)

قراءة الميزان بعد تعليق الجسم فى السائل (F_g) + F_b

و ذلك لأن قوة الدفع على الجسم إلى أعلى خفضت من وزن الجسم بالنسبة للميزان الزنبركى العلوى بمقدار F_b

و فى نفس الوقت فإن رد فعل هذه القوة يعمل إلى أسفل فيزيد من قراءة الميزان السفلى بنفس المقدار F_b

2 – إذا كانت الفتحة الجانبية مفتوحة:

أولاً : بالنسبة للميزان الزنبركى العلوى : نفس الإجابة عندما كانت الفتحة الجانبية مغلقة .

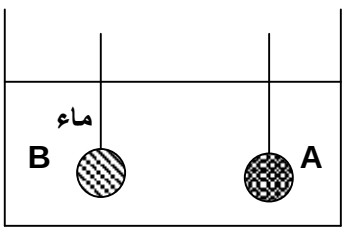
ثـانياً : بالنسبة للميزان السفلى ذى الكفة الواحدة :

 # تقل قراءة الميزان بمقدار وزن السائل الذى انسكب من الفتحة و هو يساوى قوة الدفع F_b و على هذا تعود قراءة الميزان إلى القيمة (F_g)

السـؤال الأول

I تفسـير الإجـابة الصحيـحة

1. **عندما تنتقل سفينة من نهر عذب إلى بحر مالح فإن حجم الجزء الطافى منه ..... (يزداد — يقل — لا يتغير) .**
2. **غمر جسم فى الماء ثم غمر نفس الجسم فى الزيت فإن دفع الماء ..... (> ؛ < ؛ =) دفع الزيت .**
3. **الجسم الذى يطفو $\frac{3}{4}$ حجمه فوق الماء تكون كثافة مادته ..... ($\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ — $\frac{2}{3}$) من كثافة الماء .**
4. **حوض به ماء غمر فيه جسمان A ، B متساويان فى الحجم أحدهما مصنوع من الألومنيوم و الآخر من الرصاص و معروف أن كثافة الرصاص > كثافة الألومنيوم نجد أن :**

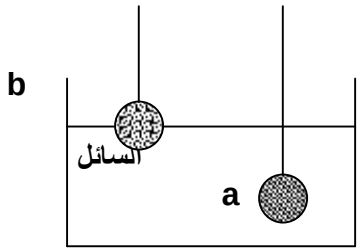


قوة الدفع على الجسم A ..... (> ؛ < ؛ =)
قوة الدفع على الجسم B .

5. **عند طفو جسم فوق سطح سائل فإن الحجم المغمور منه .....**
(يزيد بزيادة كثافة السائل — يقل بزيادة كثافة السائل — لا يتغير بتغير كثافة السائل) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. جسمان a ، b من مادة واحدة و لهما نفس الحجم غمر الجسم a كلياً و الجسم b جزئياً فى نفس السائل نجد أن :
قوة الدفع على الجسم a ..... (= ؛ > ؛ <) قوة الدفع على الجسم b .



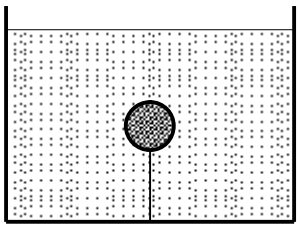
7. طفا جسم فوق الماء ثم طفا نفس الجسم فوق الزيت فإن دفع الماء ..... (> ؛ < ؛ =) دفع الزيت .

8. عند انتقال الغواصة من الماء العذب إلى الماء المالح فإن قوة الدفع ..... (تزداد ــ تقل ــ لا تتغير) .

9. طفا جسم على سطح الماء فكان حجم الجزء الظاهر $\frac{1}{4}$ حجم الجسم الكلى فتكون الكثافة النسبية لمادته ..... ($\frac{1}{4}$ ــ $\frac{3}{4}$ ــ $\frac{4}{3}$ ــ 4)

10. جسم طفا فوق الماء ثم طفا فوق الزيت فإن حجم الماء المزاح ..... (> ؛ < ؛ =) حجم الزيت المزاح و يحتاج الجسم إلى قوة لكى يغمر كاملاً فى الماء..... (> ؛ < ؛ =) القوة التى يحتاجها حتى يغمر كاملاً فى الزيت .

11. الشكل الموضح يمثل كرة من البلاستيك كثافة مادتها أقل من كثافة الماء العذب و مشدودة من أسفل بخيط مثبت فى قاعدة الإناء
فعند استبدال الماء العذب بماء مالح فإن الشد فى الخيط ..... (يزداد ــ يقل ــ لا يتغير) .



12. نسبة حجم الجزء المغمور من سفينة فى ماء النهر إلى حجم الجزء المغمور منها فى ماء البحر ..... (> ؛ < ؛ =) واحد .

13. وعاء مملوء لحافته بالماء وزنه (F_g) وضعت قطعة من الفلين وزنها (F_g)´ على سطح الماء و بذلك يصبح وزن المجموعة معاً مساوياً .....((F_g) ، (F_g)´ + (F_g) ، (F_g)´ - (F_g) ، (F_g)´) .

14. قطعة خشب و قطعة حديد علقتا كل منهما فى ميزان زنبركى فكان وزنهما متساوى تماماً فإن كتلة الخشب الحقيقية .....
(> ؛ < ؛ =) كتلة الحديد الحقيقية . (يؤخذ فى الإعتبار قوة دفع الهواء) .

15. كرة معدنية مجوفة و معلقة فى الماء فإن كثافة مادتها ..... (> ؛ < ؛ =) كثافة الماء .

16. يغوص الجسم فى السائل إذا كان وزنه ..... (> ؛ < ؛ =) قوة دفع السائل عليه .

17. يطفو الجسم فوق السائل إذا كانت كثافة مادته ..... (> ؛ < ؛ =) كثافة مادة السائل .

18. يعلق الجسم فى السائل إذا كان وزنه ..... (> ؛ < ؛ =) قوة دفع السائل عليه .

19. يغوص الجسم فى السائل إذا كانت كثافة مادته ..... (> ؛ < ؛ =) كثافة مادة السائل .

20. يعلق الجسم فى السائل إذا كانت كثافة مادته ..... (> ؛ < ؛ =) كثافة مادة السائل .

21. يطفو الجسم إذا كان وزنه ..... (> ؛ < ؛ =) قوة دفع السائل عليه .

22. ينعدم الوزن الظاهرى إذا كانت قوة الدفع ..... (> ؛ < ؛ =) وزن الجسم فى الهواء .

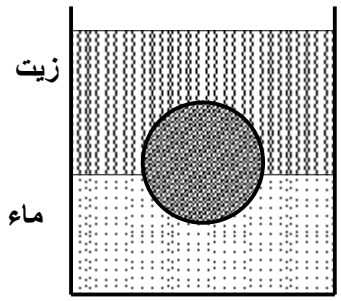
23. قطعة من الخشب تطفو فوق الماء بحيث يظهر $\frac{2}{5}$ من حجمها فوق سطح الماء و عندما توضع فى الزيت له نفس درجة حرارة الماء يظهر $\frac{1}{5}$ حجمها فوق سطح الزيت فإن الكثافة النسبية للزيت تساوى ..... ($\frac{3}{4}$ ، $\frac{4}{3}$ ، $\frac{1}{2}$ ، $\frac{2}{1}$) .

24. النسبة بين حجم الجزء المغمور من جسم طاف فوق الماء و حجم الجزء المغمور منه فى سائل كثافته أقل من كثافة الماء .....
(> ؛ < ؛ =) واحد .

25. إناء به ماء يطفو على سطحه قطعة جليد . عند إنصهار الجليد فإن سطح الماء فى الإناء ..... (يرتفع ــ ينخفض ــ يظل ثابت) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

26. فى الشكل الموضح كرة من البلاستيك معلقة بين الماء و الزيت
فعند إزالة الزيت تماماً فإن حجم الجزء المغمور فى الماء
..... (يزداد ــ يقل ــ لا يتغير) .



27. قطعتان من الحديد و الألومنيوم متساويتان فى الحجم غمرتا فى الماء فإذا كانت كثافة الحديد أكبر من كثافة الأومنيوم فإن النقص فى وزن الحديد ..... (> ؛ < ؛ =) النقص فى وزن الألومنيوم .

28. قطعتان من الحديد و الألومنيوم متساويتان فى الكتلة غمرتا فى الماء فإذا كانت كثافة الحديد أكبر من كثافة الأومنيوم فإن النقص فى وزن الحديد ..... (> ؛ < ؛ =) النقص فى وزن الألومنيوم .

29. قطعتان من الحديد و الألومنيوم متساويتان فى الكتلة غمرتا فى الماء فإذا كانت كثافة الحديد أكبر من كثافة الأومنيوم فإن قوة الدفع على الحديد ..... (> ؛ < ؛ =) قوة الدفع على الألومنيوم .

30. وزن الجسم الظاهرى و هو مغمور فى الماء ..... (> ؛ < ؛ =) وزنه و هو مغمور فى الزيت .

31. جسم طفا فوق الماء ثم طفا فوق الزيت فإن وزن الماء المزاح ..... (> ؛ < ؛ =) وزن الزيت المزاح .

32. الجسم الذى يغمر $\frac{3}{4}$ حجمه فى الماء تكون كثافة مادته ..... ($\frac{1}{4}$ ــ $\frac{3}{4}$ ــ $\frac{2}{3}$) من كثافة الماء .

33. وتر مشدود بثقل (m) مغمور فى الماء إذا غمر الثقل فى الزيت فإن سرعة انتشار الموجة فى الوتر .....
(تقل ــ لا تتغير ــ تزداد) .

34. أى من الآتى يكون أسهل على البالون رفعه .....
(1 كجم من الصلب ــ لفة من القطن كتلتها 1 كجم ــ 1 كجم ماء ــ كل ما سبق) .

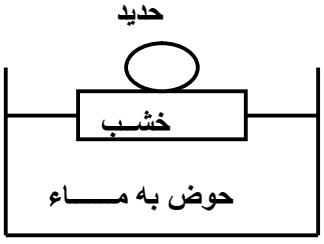
35. ربطت قطعة ثلج بخيط فى قاع إناء به ماء بحيث تظل مغمورة و بعد تمام انصهارها فإن إرتفاع الماء فى الإناء .....
(يزيد ــ يقل ــ يظل ثابت) .

36. وضعت قطعة جليد فى إناء به زيت فغاصت فى القاع و بعد تمام انصهارها فإن إرتفاع الزيت فى الإناء .....
(يزيد ــ يقل ــ يظل ثابت) .

37. قوة دفع السائل على الجسم الطافى ..... (> ؛ < ؛ =) وزن الجسم الطافى كله .

38. حجم الماء المزاح نتيجة غمر جسم كلياً فيه ..... (> ؛ < ؛ =) حجم الكيروسين المزاح إذا غمر نفس الجسم كلياً فيه .

39. إناء كما بالشكل تطفو عليه قطعة خشب و عليها قطعة حديد مصمتة
فإذا سقطت قطعة الحديد فى الماء فإن ارتفاع الماء فى الإناء بعد سقوطها
..... (يرتفع ــ ينخفض ــ يظل ثابت) .



السـؤال الثانـى

¶ أذكـر المصطلح العلمى الدال علـى الآتـى :-

1. إذا طفا جسم و استقر فوق سطح سائل فإن قوة الدفع على الجسم تساوى وزن الجسم الطافى .
2. حاصل ضرب كثافة السائل × عجلة الجاذبية الأرضية × حجم الجزء المغمور فى السائل .
3. الفرق بين الوزن الحقيقى و الظاهرى لجسم مغمور فى سائل .
4. الفرق بين وزن الجسم فى الهواء و قوة الدفع .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5. الفرق بين قوة دفع الهواء و وزن البالون و محتوياته .
6. قوة تؤثر إلى أعلى و تنشأ من فرق القوتين الضاغطتين على السطحين السفلى و العلوى لجسم مغمور فى مائع .
7. وزن الجسم و هو مغمور تماماً فى المائع .
8. الجسم المغمور كلياً أو جزئياً فى مائع يكون مدفوعاً بقوة إلى أعلى ، هذه القوة تعادل وزن حجم المائع الذى يزيحه الجسم كلياً أو جزئياً على الترتيب .
9. النسبة بين $\frac{\text{وزن جسم صلب فى الهواء}}{\text{قوة دفع الماء عند غمر الجسم كاملاً}}$
10. النسبة بين $\frac{\text{قوة دفع سائل على جسم مغمور كاملاً}}{\text{قوة الدفع الماء على نفس الجسم مغمور كاملاً}}$

السـؤال الثالث

N علل لما يأتى ..... ؟

1. أحياناً يكون الوزن الظاهرى صفر و من الممكن ان يكون سالب القيمة لجسم ما ؟
2. من السهل رفع حجر مغمور تحت سطح الماء بينما من الصعب رفعه فوق سطح الأرض ؟
3. يمكن تحريك الغسيل فى الماء بسهولة عن خارجه ؟
4. استخدام الجنود المظلات عند القفز من الطائرات ؟
5. عند زيادة حمولة سفينة يزيد الحجم المغمور منها ؟
6. يجب إفراغ جزء من حمولة سفينة عندما تنتقل من ماء البحر إلى ماء النهر ؟
7. إذا انتقلت سفينة من ماء النهر إلى ماء البحر يزيد حجم الجزء الظاهر منها ؟
8. يظل وزن إناء مملوء تماماً بالماء كما هو عند طفو قطعة فلين فوقه بينما يزداد وزنه عند وضع قطعة نقود فيه ؟
9. لبعض الأسماك مثانات هوائية ؟
10. عندما ينغمر جسم فى مائع تتولد عليه قوة دفع تنقص من وزنه ؟
11. لا يستطيع البالون المملوء بالهواء الصعود فى الجو إلا إذا كان الهواء المحبوس به ساخناً ؟
12. قوة دفع ماء البحر على غواصة فى باطنه أكبر من قوة دفع ماء النهر على نفس الغواصة عند نفس العمق ؟
13. دفع الزيت لمكعب خشبى طافى على سطحه = دفع الماء لنفس المكعب عندما يطفو على سطحه ؟
14. عند طفو مكعب من الخشب فوق ثلاثة سوائل مختلفة يكون الدفع عليه واحد فى الحالات الثلاث ؟
15. الوزن الظاهرى لجسم معلق فى سائل = صفر ؟
16. يزداد الضغط الواقع على شخص يغوص فى حمام السباحة كلما اقترب من القاع بينما تظل قوة دفع الماء عليه ثابتة ؟
17. يغمر المريض الذى يعانى من مشكلة فى تحريك أطرافه فى الماء ؟
18. يطفو الجسم فوق السائل إذا كانت كثافة الجسم أقل من كثافة السائل ؟
19. تكون السباحة فى مياه البحار أسهل من السباحة فى مياه الأنهار ؟
20. بالرغم من اختلاف كثافة الماء و الجلسرين إلا أنه تتساوى قوة الدفع لأى منهما على قطعة خشب تطفو على سطح أى منهما ؟
21. إذا وزنت مكعبات متساوية الحجم من الحديد و النحاس و الرصاص فى الهواء ثم وزنتها و هى مغمورة فى الماء كان النقص فى أوزانها متساوياً ؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

السـؤال الرابـع

✕ ✕ أذكـر الأسـاس العلمى لكل ممـا ياتى :-

1. تقنية المعالجة بالماء ؟
2. تجارب انعدام الوزن ؟
3. الغواصة ؟
4. بالون الأرصاد الجوية ؟

السـؤال الخـامـس

أذكـر العوامـل التى تـؤثر فى كل مـن الآتـى :

1. قوة دفع السائل لجسم .

السـؤال السـادس

{ } قـارن بين كـل من :

1. قاعدة أرشميدس و قاعدة باسكال من حيث الوسط المادى المستخدم .

السـؤال السـابع

? متـى تكـون القيـم التـالية تسـاوى الصفر.....؟

1. قوة الرفع المؤثرة على بالون ؟
2. محصلة القوى المؤثرة على جسم مغمور فى سائل ؟
3. الوزن الظاهرى لجسم ؟

السـؤال الثـامن

µ µ مـاذا يحدث لكل مما يأتى تحت الظـروف الموضـحة .....؟

1. الوضع الذى يستقر فيه جسم صلب إذا وضع فى سائل كثافته أقل من كثافة الجسم الصلب ؟
2. الوزن الظاهرى لجسم مغمور كلياً عندما تزداد كثافة السائل المغمور فيه الجسم ؟
3. حجم الجزء المغمور من السفينة عندما تنتقل من ماء النهر إلى ماء البحر ؟
4. الوضع الذى يستقر فيه جسم صلب إذا وضع فى سائل كثافته تساوى كثافة الجسم الصلب ؟
5. الوزن الظاهرى لجسم مغمور كلياً فى سائل عند تساوى كثافة الجسم مع كثافة السائل ؟
6. لقوة الدفع و عندما تنتقل سفينة من ماء نهر إلى ماء بحر ؟

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7. لقوة الرفع على بالون مملوء بالهواء درجة حرارته نفس درجة حرارة الهواء الخارجى ؟
8. حجم الجزء الطافى من جسم عندما تزداد كثافة السائل ؟
9. لقوة الدفع المؤثرة على غواصة تقع على أعماق مختلفة ؟
10. لقوة الدفع المؤثرة على بالون يمتلئ بالهيدروجين عندما يستبدل الهيدروجين بغاز الهيليوم الأكبر كثافة ؟
11. لقوة الرفع المؤثرة على بالون يمتلئ بالهيدروجين عندما يستبدل الهيدروجين بغاز الهيليوم الأكبر كثافة ؟

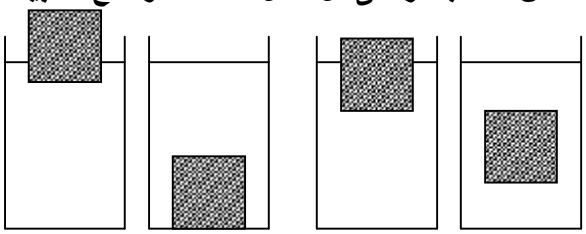
السـؤال التـاسـع

† مـا معنـى أن ..... ؟

1. قوة دفع سائل لجسم طافى = 20 نيوتن .
2. قوة رفع البالون يساوى صفر .
3. قوة الرفع المؤثرة على البالون = 1000 نيوتن .
4. قوة دفع السائل على جسم مغمور فيه يساوى 2 نيوتن .
5. الوزن الظاهرى لجسم مغمور فى الماء 35 نيوتن .
6. الوزن الظاهرى لجسم = قيمة سالبة .

M أسئلة متنوعة

1. اذكر نص كل من قاعدتى باسكال و أرشميدس ثم اكتب العلاقة الرياضية لكل منهما .
2. أربعة كؤوس بها أربعة سوائل مختلفة A , B , C , D وضعت كتلة من الخشب مرة فى كل سائل فاخذت الأوضاع المبينة بالرسم :



1 – رتب كثافة السوائل من الأكبر للأقل .
2 – إذا كان السائلان A , B لا يمتزجان ثم خلطا معاً :
أ - وضح بالرسم موضع كلاً من A , B .
ب – وضح أيضا موضع كتلة الخشب عند وضعها فى الكأس .

3. **متى يزيح الجسم الموضوع فى السائل** :
1 – قدر حجم الجسم و ليس قدر وزنه . 2 – قدر وزنه و قدر حجمه . 3 – قدر وزنه و ليس قدر حجمه .
4. أكد صحة أو خطأ العبارة التالية مع تصحيح ما بها من خطأ إن وجد :- عندما يغوص شخص فى حمام سباحة قرب القاع يزداد كل من قوة الدفع و الضغط المؤثرين عليه .
5. (تختلف الحالة التى يمكن أن يتخذها جسم صلب فى سائل باختلاف كل من قوة دفع السائل عليه ووزن الجسم)
اشرح معنى هذه العبارة .
6. وضع كأس عميق مملوء لحافته بالماء على ميزان ثم غمر فيه جسم معلق بخيط طويل بحيث لا يلامس قاع الكأس فأزاح حجماً من الماء لأعل و انسكب خارج الكأس بحيث ظل حجم الماء عند الحافة فإذا جفف الماء المنسكب قارن بين قراءة الميزان قبل غمر الجسم و بعده فى حالة ما إذا كان الجسم مصنوع من الخشب مرة و من الحديد مرة أخرى علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg / m^3$ و كثافة الحديد $7860\ kg / m^3$ و كثافة الخشب $550\ kg / m^3$.
7. تختلف الحالة التى يمكن أن يتخذها جسم موضوع فى سائل باختلاف كل من كثافة الجسم و كثافة السائل ـــ ناقش هذه العبارة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

M M إرشـــــادات لحل مســـــائل أرشميدس و الطـــــفو M M

يمكن تقسيم المسائل الشائعة على قاعدة أرشميدس و الطفو على الأقسام الآتية :

j تعيين حجم الجســـم المغمـــور و تعيين كثـــافة سائل بدلالة كـــثـــــافة ســـائل آخر :

**هـــ

? مثـــــــال (1) (أزهر 98) جسم يزن فى فى الهواء 5 نيوتن و يزن و هو مغمور فى الماء 4 نيوتن فما هى كثافة الجسم علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية الأرضية 10 م / ث^2

ñ الحـــــــل ñ

$$\therefore V_S = \frac{5-4}{1000\times10} = 10^{-4}\ m^3$$

$$\therefore m = \frac{5}{10} = 0.5\ kg$$

$$\therefore r_S = \frac{0.5}{10^{-4}} = 5000\ kg/m^3$$

****

? مثـــــــال (2) قطعة معدنية كتلتها 2 كجم و هى فى الهواء ، 1.15 كجم و هى مغمورة فى الماء ، 1.5 كجم و هى مغمورة فى الزيت إحسب كثافة المادة المعدنية ثم إحسب كثافة الزيت علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية 10 م / ث^2.

ñ الحـــــــل ñ

$$\therefore V_S = \frac{2-1.15}{1000} = 8.5\times10^{-4}\ m^3$$ و هو حجم السبيكة

$$\therefore r_S = \frac{2}{8.5\times10^{-4}} = 2352.941\ kg/m^3$$ و هو كثافة مادة السبيكة

و لحساب كثافة الزيت نعمل الآتى :

$$\therefore 8.5\times10^{-4} = \frac{2-1.5}{r_{L\ زيت}}$$ كجم/ م^3 $\rho_{L\ زيت}$ = 588.24

****

? مثـــــــال (3) مكعب من معدن خفيف مربوط بخيط يتدلى من إحدى كفتى ميزان وضعت أثقال فى الكفة الأخرى حتى اتزن الميزان و عندما غمر هذا المكعب تماماً فى الماء لزم إضافة أثقال قدرها 125 g للكفة المعلق بها المكعب حتى يعود الإتزان ثانية . أوجد طول ضلع المكعب علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية 10 م / ث^2.

ñ الحـــــــل ñ

قوة الدفع على المكعب = وزن الأثقال الإضافية $\rho_L g V_S = m g$

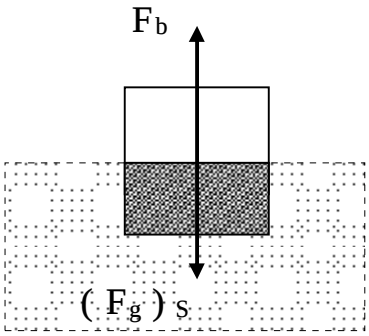
$\therefore 1000 \times V_S = 0.125$ $V_S = 1.25 \times 10^{-4}\ m^3$ $V_S = L^3$ $L = 0.05\ m = 5\ cm$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

k عندمـــا يكـــون الجســـم طـــافياً علـــى ســـطح الســـائل أو معلقاً فـــى بـــاطنه : هـــامة جداً جداً

NNN النوع الأول :

حساب حجم أو طول الجزء المغمور من جسم طافى أو حساب كثافة الجسم الطافى أو كثافة السائل :



Q F_b قوة الدفع = (F_g) s وزن الجسم

$\therefore$ $\rho_L g V'$ مغمور = $\rho_s g V$ كله

$$V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$$

ÿ أمثلة محلـــــولة ÿ

? مثـــــال (1) قطعة من الخشب حجمها **100** سم^3 تطفو فوق سطح الماء كم يكون حجم الجزء المغمور من قطعة الخشب علماً بأن كثافة الماء **1000** كجم/ م^3 و كثافة الخشب **800** كجم/ م^3 .

ñ **الحـــــل** ñ

Q $V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$

$\therefore$ $V'_{\text{مغمور}} = \frac{800}{1000} \times 100 \times 10^{-6} = 8 \times 10^{-5}\ m^3 = 80\ cm^3$

أى حجم الجزء المغمور من قطعة الخشب **80** سم^3 .

****

? مثـــــال (2) قطعة من الخشب ينغمر $\frac{3}{5}$ حجمها عندما توضع فى الماء و ينغمر $\frac{4}{5}$ حجمها عندما توضع فى الزيت أوجد كثافة كل من الخشب و الزيت علماً بأن كثافة الماء **1000** كجم/ م^3 .

ñ **الحـــــل** ñ

أولاً : عند الغمر فى الماء:-

Q $V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ $\frac{3}{5} V_{\text{كله}} = \frac{r_S}{1000} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ ρ_s = **600** كجم/ م^3

ثانياً : عند الغمر فى الزيت و بإعادة تطبيق نفس العلاقة :-

Q $V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ $\frac{4}{5} V_{\text{كله}} = \frac{600}{r_L} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ ρ_L = **750** كجم/ م^3

****

? مثـــــال (3) قطعة من الخشب على شكل مكعب طول ضلعه **10** سم تطفو فوق سطح الماء بحيث يظهر $\frac{1}{4}$ حجمها الذى كثافته **1000** كجم/ م^3 ما كتلة قطعة الخشب .

ñ **الحـــــل** ñ

عندما يظهر أو يطفو $\frac{1}{4}$ الحجم فإن حجم الجزء المغمور $\frac{3}{4}$ الحجم

Q $V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ $\frac{3}{4} V_{\text{كله}} = \frac{r_S}{1000} \times V_{\text{كله}}$ $\therefore$ ρ_s = **750** كجم/ م^3

Q $r_S = \frac{m_S}{V_S}$ $\therefore$ $m_s = 750 \times (10)^3 \times 10^{-6} = 0.75$ kg

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

? مثـــــــال (4) *مصر 2007 دور أول :* وضع جسم حجمه $50\ cm^3$ فى الما فأزاح $40\ cm^3$ من الماء هل هذا الجسم مغمور أم طاف ؟ و لماذا ؟ احسب كثافة هذا الجسم . (علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

ñ **الحـــــــل** ñ

Q حجم الجسم أكبر من حجم السائل المزاح و الذى يمثل حجم الجزء المغمور من الجسم فيكون الجسم طافى .

Q $V'_{مغمور} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{كله}$ ∴ $40 = \frac{r_S}{1000} \times 50$ ∴ ρ_S = **800 كجم/م³**

****

? مثـــــــال (5) *مصر 2007 دور ثان :* اعتبر أن لديك مكعبين متساويين فى الحجم أحدهما من الخشب الذى كافته $600\ kg/m^3$ و الآخر من الحديد الذى كثافته $7900\ kg/m^3$ ثم غمر المكعبين تماماً فى وعاء عميق به ماء كثافته $1000\ kg/m^3$

1 – هل سيكون النقص فى وزن مكعب الخشب (أكبر من / يساوى / أقل من) النقص فى وزن مكعب الحديد ؟ و لماذا ؟

2 – إذا ترك مكعب الخشب ليطفو فوق سطح الماء إحسب النسبة بين حجم الجزء الطافى إلى حجم الجزء المغمور لهذا المكعب .

ñ **الحـــــــل** ñ

النقص فى وزن مكعب الخشب يساوى النقص فى وزن مكعب الحديد لأن حجم المكعبين متساوى و نفس السائل فتكون قوة الدفع على كل منهما متساوية . (لا تنسى عزيزى الطالب أن النقص فى الوزن = قوة الدفع)

Q $V'_{مغمور} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{كله}$ ∴ $\frac{V'_{مغمور}}{V_{كله}} = \frac{r_S}{r_L}$ ∴ $\frac{V'_{مغمور}}{V_{كله}} = \frac{600}{1000} = \frac{3}{5}$

∴ $\frac{V''_{طافى}}{V_{كله}} = \frac{2}{5}$ ∴ $\frac{V''_{طافى}}{V'_{مغمور}} = \frac{2}{3}$

****

? مثـــــــال (6) يسبح عمرو فى الماء ما حجم الجزء الذى يطفو منه ؟ إذا علمت أن كتلة عمرو $75\ kg$ و متوسط كثافة جسمه $930\ kg/m^3$ و ما قيمة الضغط و قوة الدفع الذى يتعرض لهما عمرو عندما يغوص إلى عمق $3\ m$ علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ و عجلة الجاذبية $10\ m/S^2$ و الضغط الجوى 1.013×10^5 .

ñ **الحـــــــل** ñ

Q قوة الدفع F_b = وزن الجسم $(F_g)_S$ ∴ $\rho_L\ g\ V'_{مغمور} = m_S\ g$

∴ $1000\ V'_{مغمور} = 75$ $V'_{مغمور}$ = **0.075 m³**

Q $r_S = \frac{m_S}{V_S}$ ∴ $930 = \frac{75}{V_S}$ ∴ V_S = **0.080645 m³**

∴ $V''_{طافى} = 0.080645 - 0.075 = 5.645 \times 10^{-3}\ m^3$

Q $P = Pa + \rho g h$ ∴ P = **1.013×10^5 + 1000 x 10 x 3 = 131300 N/m²**

Q قوة الدفع $F_b = \rho_L\ g\ V'$ **Q** قوة الدفع F_b =1000 x 10 x 0.080645 = 806.45 N

****

? مثـــــــال (7) مكعبان من الخشب عندما يوضع أحدهما فوق الآخر و يوضعان معاً فى إناء به ماء ينغمر من المكعب السفلى $\frac{2}{5}$ حجمه و عندما يعكس الوضع أى يوضع الملامس للماء فوق الآخر ينغمر من المكعب الآخر السفلى $\frac{1}{20}$ من حجمه استنتج النسبة بين طولى ضلعيهما .

ñ **الحـــــــل** ñ

واضح ان قوة الدفع متساوية فى الحالتين لتساوى وزن الجسمين معاً

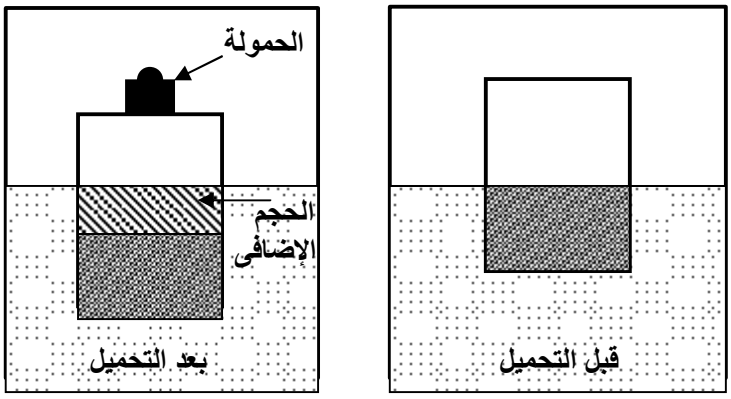
Q $F_{b1} = F_{b2}$ ∴ (أولاً $\rho_L\ g\ V'_{مغمور}$) = (ثانياً $\rho_L\ g\ V'_{مغمور}$)

∴ $\frac{2}{5}(L_1)^3 = \frac{1}{20}(L_2)^3$ ∴ $\frac{L_1^3}{L_2^3} = \frac{5}{2 \times 20} = \frac{1}{8}$ ∴ $\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النوع الثـــانى : مســـــائل تحميل الجسم الطافى بحمولة : هـــامة جداً جداً

إذا طفا جسم فوق سطح سائل ثم حملت فوقه حمولة ما فإن حجم الجزء المغمور من هذا الجسم فى السائل يزداد نتيجة التحميل وعندئذ يكون وزن الحمولة = وزن السائل الإضافى المزاح نتيجة التحميل (أى قوة الدفع على الجزء المغمور الإضافى نتيجة الحمولة)



$\therefore (F_g)_{\text{حمولة}} = r_L \; g \; V''_{\text{إضافى}}$

$\therefore m_{\text{حمولة}} = r_L \; V''_{\text{إضافى}}$

عندما تزال الحمولة يزداد حجم الجزء الطافى و يعود الجسم لوضع الطفو الأول قبل التحميل و يكون مقدار الجزء الذى يطفو بعد زوال الحمولة هو نفسه الجزء الإضافى الذى إنغمر نتيجة التحميل و تطبق نفس العلاقات السابقة .

إذا طلب إيجاد الحجم الكلى الذى ينغمر (V´) من جسم حجمه الكلى (V) نتيجة تحميله بحمولة كتلتها m تطبق العلاقة

قوة الدفع F_b = (F_g) وزن الجسم + (F_g) وزن الحمولة

$\rho_L \; g \; V'_{\text{مغمور}} = \rho_S \; g \; V_{\text{كله}} + mg_{\text{حمولة}}$.

$\rho_L \; V'_{\text{مغمور}} = \rho_S \; V_{\text{كله}} + m_{\text{حمولة}}$.

و عند تحميل الجسم الطافى بأقصى حمولة فيكون حجم الجزء المغمور = حجم الجسم كله

$\rho_L \; V_{\text{كله}} = \rho_S \; V_{\text{كله}} + m_{\text{أقصى حمولة}}$.

أمثلة محلـــــولة

مثـــــال ؟ (1) قطعة من الخشب حجمها 5 م^3 تطفو فوق سطح الماء أوجد :

1 - حجم الجزء المغمور من قطعة الخشب.
2 - حجم الجزء المغمور من قطعة الخشب إذا وضعت كتلة مقدارها 250 كجم فوق سطحها العلوى .
3 – أقل كتلة تكفى لغمر قطعة الخشب تماماً فى الماء .

علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 و كثافة الخشب 800 كجم/ م^3 .

الحـــــل

$\therefore V'_{\text{مغمور}} = \frac{800}{1000} \times 5 = 4 \; m^3$ ∵ $V'_{\text{مغمور}} = \frac{r_S}{r_L} \times V_{\text{كله}}$

∵ قوة الدفع F_b = (F_g) وزن الجسم + (F_g) وزن الحمولة

$\therefore \rho_L \; g \; V'_{\text{مغمور}} = \rho_S \; g \; V_{\text{كله}} + m_{\text{حمولة}} \; g$

$\therefore 1000 \times V'_{\text{مغمور}} = 800 \times 5 + 250$ $\therefore V'_{\text{مغمور}} = 4.25 \; m^3$

فى حالة أقصى حمولة يكون حجم الجزء المغمور $V'_{\text{مغمور}}$ = الحجم الكلى $V_{\text{كله}}$

∵ $\rho_L \; V_{\text{كله}} = \rho_S \; V_{\text{كله}} + m_{\text{أقصى حمولة}}$ $\therefore 1000 \times 5 = 800 \times 5 + m_{\text{أقصى حمولة}}$

$\therefore m_{\text{أقصى حمولة}} = 1000 \; kg$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

? مثـــــــال (2) (السودان 1990) عبارة جوانبها رأسية حملت بعشرة سيارات كتلة كل منها 2000 كجم فإذا كان طول العبارة 20 متراً و عرضها 10 أمتار أوجد العمق الإضافى الذى تغوص به العبارة .
إذا علمت أن كثافة ماء البحر 1030 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية = 9.8 م / ث^2.

ñ **الحـــــــل** ñ

العبارة جسم طاف فيكون الوزن الإضافى = قوة الدفع الإضافية .

$$Q \quad m_{\text{حمولة}} = r_L \, V''_{\text{إضافى}}$$

$$\therefore 10 \times 2000 = 1030 \times V''_{\text{إضافى}} \qquad \therefore V''_{\text{إضافى}} = 19.4175 \ m^3$$

$$Q \quad V''_{\text{إضافى}} = A \times h \qquad \therefore 19.4174 = 10 \times 20 \times h \qquad \therefore h = 0.097 \ m = 9.7 cm$$

****

? مثـــــــال (3) (أزهر 93) قارب نجاة كتلته 10 كجم ينغمر 4 % من حجمه فى الماء احسب أقصى عدد من الرجال يستطيع القارب تحملهم دون أن يغرق بفرض أن كتلة الرجل الواحد 62.5 كجم و أن كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 .

ñ **الحـــــــل** ñ

نوجد أولاً حجم القارب :-

$$Q \quad (F_g) \text{ وزن الجسم } = \text{ قوة الدفع } F_b$$

$$\therefore 10 \times g = 1000 \times g \times \frac{4}{100} \times V_{\text{كله}} \qquad \therefore V_{\text{كله}} = 0.25 \ m^3$$

$$Q \quad \rho_L V_{\text{كله}} = \rho_S V_{\text{كله}} + m_{\text{أقصى حمولة}}$$

$$\therefore 1000 \times 0.25 = 10 + m_{\text{أقصى حمولة}} \qquad \therefore m_{\text{أقصى حمولة}} = 240 \ kg$$

$$\therefore \text{أقصى عدد من الرجال} = 240 \div 62.5 = 3 \text{ رجال}$$

****

? مثـــــــال (4) (أولمبياد 2008) حمام سباحة طوله 5 متر و عرضه 4 متر يطفو عليه لوح ثلج كبير و فوقه حجر كتلته 40 كجم و كثافته النسبية 5 فإذا انصهر الثلج و سقط الحجر ماذا يحدث لمستوى سطح الماء فى الحمام ؟
(كثافة الماء 1000 كجم/ م٣)

ñ **الحـــــــل** ñ

نوجد حجم الماء المزاح بسبب الحجر قبل انصهار الجليد (الحجم المغمور الإضافى) :

$$Q \quad m_{\text{حمولة}} = r_L \, V''_{\text{إضافى}}$$

$$\therefore 40 = 1000 \times V''_{\text{إضافى}} \qquad \therefore V''_{\text{إضافى}} = 0.04 \ m^3$$

ثم نوجد حجم الماء المزاح بسبب الحجر بعد انصهار الجليد (و يمثل حجم الحجر)

$$Q \quad r_S = \frac{m_S}{V_S} \qquad \therefore 5000 = \frac{40}{V_S} \qquad \therefore V_S = 0.008 \ m^3$$

$$\Delta V = 0.04 - 0.008 = 0.032 \ m^3 \qquad \Delta h = \frac{0.032}{5 \times 4} = 1.6 \times 10^{-3} \ m = 0.16 \ cm$$

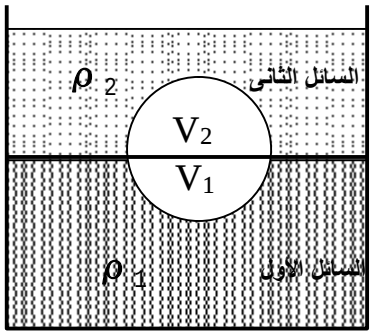
واضح أن مستوى سطح الماء ينخفض بمقدار 0.16 سم .

راعى غنم يهش أغنامه أمامه و معه غلامان صغيران و كلبان لحراسة الغنم و جاء على شاطئ نهر و أراد أن يعبر هذا النهر هو و أغنامه و ولداه و الكلبين و يوجد مركب صغير فارغ ليس به أحد – فإذا كان حجم القارب 2 م^3 و كتلة القارب و هو فارغ 1200 كجم أوجد أقل عدد من المرات يمكن أن ينقل بها هذا الراعى أغنامه وغلاماه و كلباه بشرط أنه لن ينزل من القارب طوال عمليات العبور و لابد من وجود غلام و يعاونه كلب فى حراسة الأغنام على كل جانب على الأقل علماً بأن كتلة الرجل 85 كجم و الخراف متماثلة الوزن و كتلة كل خروف 50 كجم و كتلة كل غلام 30 كجم و كتلة الكلب الواحد 20 كجم علماً بأن النهر يسرى به مياه عذبة و أذكر فى كل مرة نوعية الركوب و عدد كل نوع علماً بأن عدد الأغنام 40 خروف . (3 مرات)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

{ { { النوع الثـــالـــث : عندما يطفو جسم عند السطح الفاصل لسائلين لا يمتزجان :

فى هذه الحالة و المبينة بالرسم يلقى كل جزء من الجسم دفعاً من السائل الموجود فيه و يلقى الجسم كله دفعاً كلياً هو مجموع قوتى دفع السائلين عليه و تستخدم العلاقات الآتية :



كلى $F_b = F_g$

كلى $F_b = F_{b1} + F_{b2}$

$m \times g = \rho_{L1} g V_1 + \rho_{L2} g V_2$

كلى $V = V_1 + V_2$

على فكرة عزيزى الطالب لو أزلنا السائل الثانى يزداد V_1 فى الرسم الموضح

ÿ أمثلة محلـــــولة ÿ

? مثـــــال (1) كرة من البلاستيك كتلتها **0.25** كجم كثافتها **900** كجم/ م^3 تطفو فوق السطح الفاصل بين الماء و الكيروسين فما الحجم المغمور منها فى الماء علماً بأن كثافة الكيروسين **820** كجم/ م^3 و كثافة الماء **1000** كجم/ م^3 .

ñ الحـــــل ñ

$Q \quad r = \frac{m}{V_{o1}}$ $\quad \therefore V_{o1} = \frac{m}{r}$ $\quad V_{o1} = \frac{0.25}{9} = 2.778\times10^{-4}\ m^3$

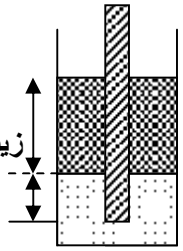
Q كلى $F_b = F_{b1} + F_{b2}$ $\quad \therefore$ كلى $F_b = \rho_{L1} g V_1 + \rho_{L2} g V_2$

$\therefore m \times g = \rho_{L1} g V_1 + \rho_{L2} g V_2$

$\therefore 0.25 = 1000 \times V_1 + 820 \times (2.778 \times 10^{-4} - V_1)$ $\quad \therefore V_1 = 1.23 \times 10^{-4}\ m^3$

****

? مثـــــال (2) ساق خشبية طولها **28 cm** تطفو راسياً فى طبقة زيت سمكها **12 cm** فيظهر منها **8.8 cm** فوق سطح الزيت فإذا علمت أن طبقة الزيت هذه تعلو طبقة ماء و الجميع فى إناء عميق احسب الكثافة النسبية للخشب علماً بأن الكثافة النسبية للزيت **0.8** و كثافة الماء **1000 kg / m^3** و عجلة الجاذبية **9.8 m / s^2** .



ñ الحـــــل ñ

وزن ساق الخشب = قوة دفع الماء + قوة دفع الزيت

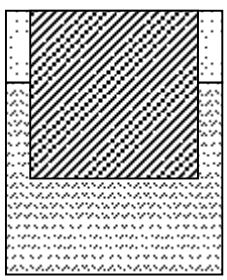
$Q \quad m \times g = \rho_{L1} g V_1 + \rho_{L2} g V_2$

$\therefore \rho_{خشب} \times A \times g \times 28 \times 10^{-2} = 1000 \times A \times g \times 7.2 \times 10^{-2} + 800 \times A \times g \times 12 \times 10^{-2}$

$\therefore \rho_{خشب} = 600\ kg / m^3$ $\quad \therefore$ النسبية $\rho_{خشب} = 0.6$

****

? مثـــــال (3) (الأزهر 90) مكعب من الصلب طول ضلعه **0.1** متر يطفو فوق سطح الزئبق فى حوض زجاجى .اضيفت كمية من الماء إلى الحوض بحيث أصبح السطح العلوى للمكعب و سطح الماء فى مستوى أفقى واحد .
احسب ارتفاع الماء فوق سطح الزئبق فى الحوض .
علماً بأن كثافة الصلب **7930** كجم/ م^3 و الزئبق **13600** كجم/ م^3 .



ñ الحـــــل ñ

وزن المكعب = قوة دفع الزئبق + قوة دفع الماء

$Q \quad m \times g = \rho_{L1} g V_1 + \rho_{L2} g V_2$

$\therefore 7930 \times A \times g \times 0.1 = 13600 \times A \times g \times (0.1 - h) + 1000 \times A \times g \times h$

$\therefore 793 = 1360 - 13600\ h + 1000\ h$ $\quad \therefore 12600\ h = 1360 - 793$

$\therefore h = 0.045\ m = 4.5\ cm$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

l مسـائل على الأجسـام المغمورة نتيجة التعليق بخيط (طفو غير حر)

? فى هذه النوعية من المسائل يؤثر فى الجسم ثلاث قوى هى :

u **وزن الجسم** F_g ↓ حيث $F_g = m\,g = \rho_S\,g\,V$

v **قوة الدفع** F_b ↑ حيث $F_b = \rho_L\,g\,V$

w **قوة الشد فى الخيط** (T) و يكون إتجاه قوة الشد دائماً ضد الإتجاه الذى يتحرك فيه الجسم لو ترك حر الحركة (أى لو قطع الخيط) و يتزن الجسم معلقاً بطريقة غير حرة تحت تأثير هذه القوى الثلاث .

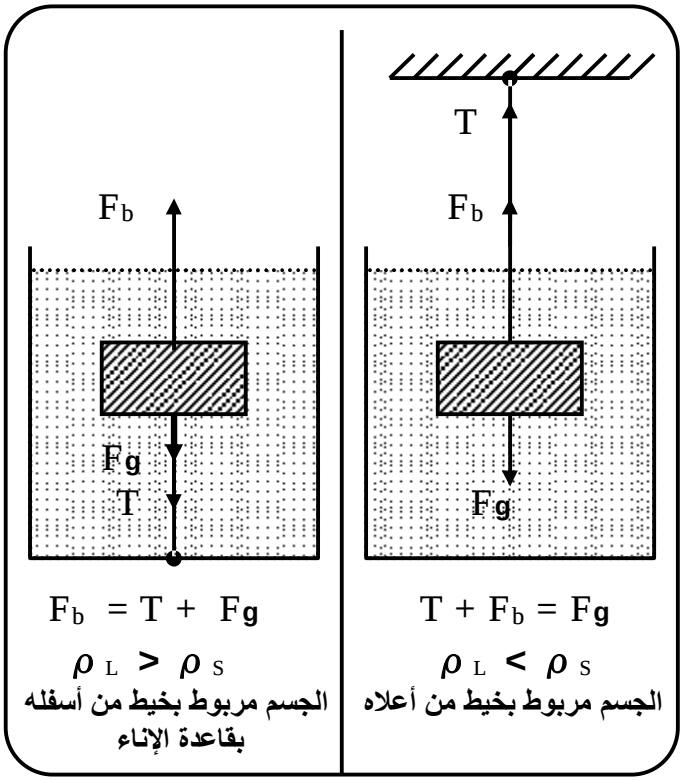
و يوجد حالتين :

µ الحالة الأولى :

عندما يكون كثافة الجسم الصلب ρ_S < كثافة السائل ρ_L
يربط الجسم بخيط من أعلى ليمنعه من السقوط فى القاع
و تكون معادلة الاتزان هى : $T + F_b = F_g$

µ الحالة الثانية :

عندما يكون كثافة الجسم الصلب ρ_S > كثافة السائل ρ_L
يربط الجسم بخيط من أسفل فى قاعدة الإناء ليمنعه من الطفو
و تكون معادلة الاتزان هى : $F_b = T + F_g$



$T + F_b = F_g$
$\rho_L < \rho_S$
الجسم مربوط بخيط من أعلاه

$F_b = T + F_g$
$\rho_L > \rho_S$
الجسم مربوط بخيط من أسفله بقاعدة الإناء

ÿ **أمثلة محلـــولة** ÿ

? **مثـــال** (1) قطعة من الخشب الذى كثافة مادته **600 كجم/** م^3 و حجمها **0.02** م^3 ربطت بخيط فى قاع حوض مملوء بالماء فإذا كانت القطعة مغمورة غمراً تاماً فى الماء الذى كثافته **1000 كجم/** م^3 فاحسب :-

1 – قوة الدفع .
2 – قوة الشد فى الخيط .
3 – إذا قطع الخيط احسب قوة الدفع فى هذه الحالة و كذلك حجم الجزء الظاهر من الجسم .
(عجلة الجاذبية = 10 م / ث^2)

ñ **الحـــــل** ñ

Q $F_b = \rho_L\,g\,V$ ∴ $F_b = 1000 \times 10 \times 0.02 = 200\ N$

Q $r = \dfrac{m}{V_{ol}}$ ∴ $m = r \times V_{ol}$ $m = 600 \times 0.02 = 12\ kg$

Q $F_b = T + F_g$ ∴ $T = F_b - F_g$

∴ $T = 200 - 12 \times 10 = 80\ N$

إذا قطع الخيط فنظراً لأن كثافة السائل أكبر من كثافة الجسم الصلب فإن الجسم يطفو فوق سطح الماء طفواً حراً و عندئذ تكون
قوة الدفع = وزن الجسم = **120** نيوتن

Q $V'_{مغمور} = \dfrac{r_S}{r_L} \times V_{كله}$ ∴ $V'_{مغمور} = \dfrac{600}{1000} \times 0.02 = 0.012\ m^3$

Q $V_{طافى} = V_{كلى} - V'_{مغمور}$ ∴ $V_{طافى} = 0.02 - 0.012 = 0.008\ m^3$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

? مثـــــــال (2) **(ازهر 93 دور ثان) مكعب معدنى طول ضلعه 10 سم وزنه النوعى 2.7 معلق فى خيط أوجد الشد فى الخيط مقدراً بالنيوتن فى الحالات التالية :**

1 – عندما يكون المكعب معلقاً فى الهواء .
2 – عندما ينغمر نصفه فى الماء .
3 – عندما ينغمر كلياً فى الماء .
4 – فى الحالة الأخيرة إذا قطع الخيط فأوجد العجلة التي يبدأ بها المكعب الحركة قبل وصوله للقاع .
(كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية = 10 م / ث^2)

ñ **الحـــــــل** ñ

Q $r = \frac{m}{V_{ol}}$ **∴** $m = r \times V_{ol}$ $m = 2.7\times1000\times10^{3}\times10^{-6} = 2.7\ kg$

1 - عندما يكون المكعب معلقاً فى الهواء فإن الشد فى الخيط = وزن المكعب

∴ $T = F_g$ **∴** $T = m \times g = 2.7 \times 10 = 27\ N$

2 – عندما ينغمر نصفه فى الماء

Q $T + F_b = F_g$ **∴** $T = F_g - F_b$

∴ $T = F_g - \rho_L\ g\ V_{مغمور}$ **∴** $T = 27 - 1000 \times 0.5 \times 1000 \times 10^{-6} \times 10 = 22\ N$

3 – عندما ينغمر كله فى الماء

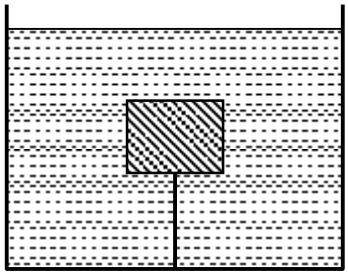
∴ $T = F_g - \rho_L\ g\ V_{كله}$ **∴** $T = 27 - 1000 \times 10 \times 1000 \times 10^{-6} = 17\ N$

4 – عندما يقطع الخيط يكون المكعب متاثراً بقوة تساوى الوزن الظاهرى و هى تناظر الفرق بين قوة الدفع و الوزن الحقيقى و تناظر ايضاً قوة الشد :

Q $F = m\ a$ **∴** $17 = 2.7 \times a$ **∴** $a = 6.296\ m/s^2$

****

? مثـــــــال (3) **جسم مثبت بواسطة خيط فى قاعدة إناء مملوء بسائل كما بالرسم بحيث يقع الجسم تحت سطح السائل فإذا علمت أن كثافة السائل أكبر من كثافة الجسم و أن قوة الشد فى الخيط عندما يكون الإناء ساكناً هى (T_0) فاثبت أن قوة الشد (T)عندما يكون الإناء متحركاً إلى أعلى بعجلة منتظمة (a) تعطى بالعلاقة :**



$T = T_0\left(1 + \frac{a}{g}\right)$ **حيث (g) عجلة السقوط الحر .**

ñ **الحـــــــل** ñ

فكرة الحل أن الإناء عندما يكون ساكنا تكون العجلة المؤثرة عليه (g) أما عندما يكون الإناء متحركاً إلى أعلى بعجلة منتظمة (a) تكون العجلة المؤثرة عليه هى (g + a) و باقى الحل سهل

Q $F_b = T + F_g$ **∴** $T = F_b - F_g$

عندما يكون الإناء ساكناً

∴ $T_0 = \rho_L\ g\ V - \rho_S\ g\ V = g\ V\ (\ \rho_L - \rho_S\ )$ ----------►(1)

و بالمثل عندما يكون متحركاً رأسياً لأعلى :

∴ $T = V\ (\ g + a\ )(\ \rho_L - \rho_S\ )$ ----------► (2)

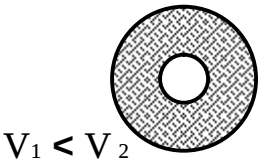
بقسمة (2) على (1)

∴ $\frac{T}{T_0} = \frac{V\ (\ g + a\ )(\ r_L - r_S\ )}{g\ V\ (\ r_L - r_S\ )} = \frac{g + a}{g} = 1 + \frac{a}{g}$ **∴** $T = T_0\left(1 + \frac{a}{g}\right)$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

m المســـــائل التى يطلب فيـها معرفة هل الجســـم مجوف أم لا و حســـــاب حجم التجويف :

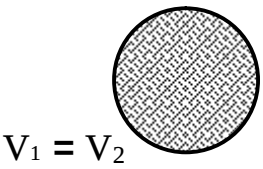
لمعرفة هل الجسم مجوف أم لا ؟ إتبع الخطوات الآتية :-



u احسب حجم الجسم (V_1) بمعلومية كتلته m فى الهواء و كثافته ρ من العلاقة :-

$$V_1 = \frac{m}{r}$$

v احسب حجم الجسم (V_2) باستخدام قاعدة أرشميدس من العلاقة :



$$\therefore V_2 = \frac{(F_g)_S - (F_g)'_S}{r_L\ g} \qquad \therefore V_2 = \frac{m_{,} - m'}{r_L}$$

w إذا كان $V_1 = V_2$ كان الجسم مصمتاً (أى غير محتوى على تجويف) أما إذا كان $V_1 < V_2$ كان الجسم مجوفاً و يحسب حجم التجويف V من العلاقة $V = V_2 - V_1$.

ÿ أمثلة محلـــــولة ÿ

? مثـــــال (1) سبيكة من الألومنيوم علقت فى قب ميزان حساس فكانت كتلتها فى الهواء 540 جم و كتلتها و هى مغمورة تماماً فى الماء 320 جم فهل السبيكة مصمتة أم مجوفة ؟ و إن كانت مجوفة فما حجم التجويف ؟
علماً بأن كثافة الألومنيوم 2700 كجم/ م^3 و كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 .

ñ الحـــــل ñ

Q $V_1 = \frac{m}{r}$ $\qquad \therefore V_1 = \frac{540\times10^{-3}}{2700} = 2\times10^{-4} m^3$

بتطبيق قاعدة أرشميدس لحساب حجم السبيكة مرة أخرى V_2

Q $V_2 = \frac{m_{,} - m'}{r_L}$ $\qquad \therefore V_2 = \frac{540\times10^{-3} - 320\times10^{-3}}{1000} = 220\times10^{-6}\ m^3$

واضح أن $V_1 < V_2$ أى الجسم مجوف و يحسب حجم التجويف V من العلاقة $V = V_2 - V_1$

$\therefore V = 220 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5}\ m^3 = 20\ cm^3$

****

? مثـــــال (2) سبيكة من الألومنيوم علقت فى قب ميزان حساس فكانت كتلتها فى الهواء 72.9 جرام و كتلتها و هى مغمورة تماماً فى الماء 45.9 جرام فهل السبيكة مصمتة أم مجوفة ؟
علماً بأن كثافة الألومنيوم 2700 كجم/ م^3 و كثافة الماء 1000 كجم/ م^3 وعجلة الجاذبية الأرض 10 م / ث^2

ñ الحـــــل ñ

Q $V_1 = \frac{m}{r}$ $\qquad \therefore V_1 = \frac{72.9\times10^{-3}}{2700} = 2.7\times10^{-5}\ m^3$

بتطبيق قاعدة أرشميدس لحساب حجم السبيكة مرة أخرى V_2

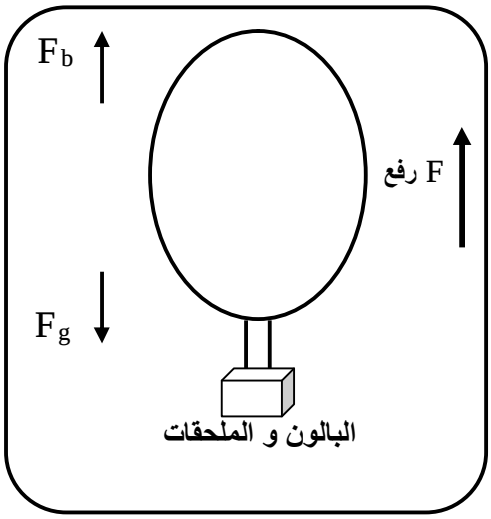
Q $V_2 = \frac{m_{,} - m'}{r_L}$ $\qquad \therefore V_2 = \frac{72.9\times10^{-3} - 45.9\times10^{-3}}{1000} = 2.7\times10^{-5}\ m^3$

واضح أن $V_1 = V_2$ أى أن السبيكة مصمتة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ÿ ÿ ÿ مسـائل على البالونـات و المغـاطيـد: هـامة جداً جداً

عند صعود البالون لأعلى فى الهواء الجوى يجب أن تكون كثافة الغاز بداخل غلاف البالون أقل من كثافة الهواء الجوى حتى تكون قوة الدفع أكبر من وزن البالون بما يحمل فيرتفع لأعلى و عندئذ تؤثر على البالون قوتان :



± **القوة الأولى** : قوة دفع الهواء عليه لأعلى $\therefore \uparrow F_b = \rho_a \ g \ V_{\text{بالون}}$

± **القوة الثانية** : وزن البالون بما يحمل إلى أسفل

$$\therefore \downarrow F_g = \rho_{\text{غاز}} \ g \ V_{\text{بالون}} + m_{\text{بالون}} \times g$$

مع ملاحظة أن $m_{\text{بالون}}$ يقصد بها كتلة مكونات البالون قبل أن يملئ بالغاز .
يستمر البالون فى الصعود طالما أن قوة الدفع عليه أكبر من وزنه بما يحمل
و يطلق على الفرق بين قوة دفع الهواء و وزن البالون بما يحمل اسم قوة الرفع للبالون F رفع و تحسب من العلاقة :

$$\uparrow F_{\text{رفع}} = \uparrow F_b - F_g \downarrow$$

يتحرك البالون أثناء صعوده بعجلة تقصيرية (a) تحسب من العلاقة :

$$F_{\text{رفع}} = M \times a$$

حيث M كتلة البالون و ملحقاته (البالون و هو مملوء بالغاز)

ÿ أمثلة محلـــولة ÿ

? مثـــال (1) منطاد كبير حجمه 800 م^3 مملوء بغاز الهيدروجين الذى كثافته 100 جم / م^3 فإذا كانت كتلة المنطاد و ملحقاته 0.5 طن . فاوجد قوة الرفع و العجلة التى يتحرك بها المنطاد .
علماً بأن كثافة الهواء 1.2 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م / ث^2.

ñ الحـــل ñ

Q $F_{\text{رفع}} = F_b - (F_g \text{ للغاز} + F_g \text{ ملحقات})$

$\therefore F_{\text{رفع}} = \rho_a \ g \ V_{\text{بالون}} - (\rho \text{ للغاز} \ g \ V_{\text{بالون}} + m \ g \text{ ملحقات})$

$\therefore F_{\text{رفع}} = (1.2 \times 9.8 \times 800) - (0.1 \times 9.8 \times 800 + 500 \times 9.8) = 3724 \ N$

Q $F_{\text{رفع}} = M \times a$

$\therefore 3724 = (0.1 \times 800 + 500) \times a$

$\therefore a = 6.42 \ m / S^2$

****

? مثـــال (2) بالون أرصاد جوية كتلته 3 كجم ، و حجمه 4 م^3 ملئ بغاز هيليوم كثافته 0.2 كجم/ م^3 .
إحسب : قوة رفع هذا البالون و العجلة التى ينطلق بها بفرض أن متوسط كثافة الهواء 1.25 كجم/ م^3 و عجلة الجاذبية الأرض 10 م / ث^2

ñ الحـــل ñ

Q $F_{\text{رفع}} = F_b - (F_g \text{ للغاز} + F_g \text{ ملحقات})$

$\therefore F_{\text{رفع}} = \rho_a \ g \ V_{\text{بالون}} - (\rho \text{ للغاز} \ g \ V_{\text{بالون}} + m \ g \text{ ملحقات})$

$\therefore F_{\text{رفع}} = (1.25 \times 10 \times 4) - (0.2 \times 10 \times 4 + 3 \times 10) = 12 \ N$

Q $F_{\text{رفع}} = M \times a$

$\therefore 12 = (0.2 \times 4 + 3) \times a$

$\therefore a = 3.16 \ m / S^2$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

قديماً كانت الفـــــيزياء تمثل N رعباً للطالب ..... أما الآن معنا أصبحت لها طعم آخر

أسلوب جديد لعرض الفيزياء بعيداً عن التعقيد

نحاول أن نرتقى بالطالب حتى يستوعب بأبسط أسلوب و أقل وقت

فيزيائى / مجدى عامر

\ ) 0405341856 *** موبايل 01009571506 *** 01110895874

email : magdy.amer@yahoo.com

{ { { التحويلات العـــــامة } } }

للتحويل من	مم	إلى متر	نضرب فى	10^{-3}
للتحويل من	مم^{2}	إلى متر^{2}	نضرب فى	10^{-6}
للتحويل من	مم^{3}	إلى متر^{3}	نضرب فى	10^{-9}
للتحويل من	سم	إلى متر	نضرب فى	10^{-2}
للتحويل من	سم^{2}	إلى متر^{2}	نضرب فى	10^{-4}
للتحويل من	سم^{3}	إلى متر^{3}	نضرب فى	10^{-6}
للتحويل من	كم	إلى متر	نضرب فى	10^{3}
للتحويل من	أنجستروم	إلى متر	نضرب فى	10^{-10}
للتحويل من	لتر	إلى متر^{3}	نضرب فى	10^{-3}
للتحويل من	جم	إلى كجم	نضرب فى	10^{-3}
للتحويل من	طن	إلى كجم	نضرب فى	10^{3}
للتحويل من	ثقل كجم	إلى نيوتن	نضرب فى	عجلة الجاذبية الأرضية
للتحويل من	مللى أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{-3}
للتحويل من	ميكرو أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{-6}
للتحويل من	نانو أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{-9}
للتحويل من	كيلو أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{3}
للتحويل من	ميجا أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{6}
للتحويل من	جيجا أى وحدة	إلى الوحدة	نضرب فى	10^{9}
للتحويل من	جم / سم	إلى كجم / م	نضرب فى	10^{-1}

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com