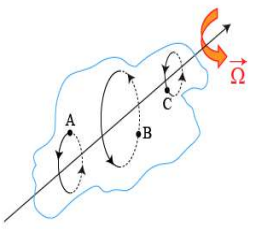
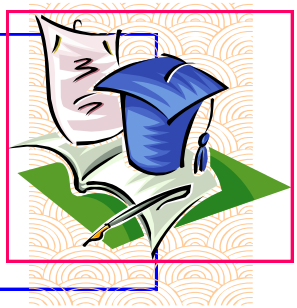


الجزء I : الشغل الميكانيكي و الطاقة

الدرس 1 : حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

السلسلة ①



التمرين 01

☑ Point Méthode :

Calculer la vitesse d'un point du solide à partir du nombre de tours par minutes

La vitesse angulaire moyenne est souvant fournie indirectement par l'énoncé qui donne le nombre de tours par minute effectués par le solide. Il faut donc commencer par convertir cette grandeur en radian par seconde. Pour cela, on doit convertir:

-Le nombre de tours en radian: $\alpha=2\pi$ pour chaque tour.

-Les minutes en secondes: 1min=60s.

Exemple : soit un solide effectuant dix tours par minute autour d'un axe fixe. Sa vitesse angulaire vaut alors : ω= ……..

On passe alors à la vitesse moyenne d'un point en multipliant la vitesse angulaire moyenne par la distance du point considéré au centre de sa trajectoire (c'est-à-dire à l'axe de rotation). Ici, si le point M est à 2,0 m du centre O de sa trajectoire : v(M)=……...

التمرين 02

①أحسب السرعة الزاوية لقرص في حركة دوران منتظم علما انه يدور بزاوية $\Theta=0,3rad$ خلال المدة الزمنية $\Delta t=0,1s$، استنتج دور و تردد حركة هذا القرص.

②قيمة سرعة نقطة من حوق عجلة سيارة، قطرها 60cm هي $v=90km/h$، أحسب السرعة الزاوية للعجلة بالوحدة tr/s ثم بالوحدة tr/min، و استنتج قيمة تردد دوران العجلة.

التمرين 03

قطر منوب محطة نووية هي 2,2m. عند تشغيله ينجز الدوار حركة دوران حول محور ثابت بسرعة زاوية قيمتها 25 دورة في الثانية.

①عبر عن السرعة الزاوية للدوار بالوحدة (rad/s).

②أحسب قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار.

التمرين 04

Vrai ou Faux

①Tous les points d'un solide en translation ont à chaque instant la même vitesse instantanée.

②Tous les points d'un solide en rotation ont à chaque instant la même vitesse instantanée.

③Lorsqu'un solide est en translation, tous ses points sont en mouvement uniforme.

Machine à Laver

Sur une machine à laver, est indiquée la vitesse de rotation (constante) du tambour lors de l'essorage : 800 tours par minute.

①Quelle est sa vitesse angulaire en radian par seconde?

②En déduire la fréquence du mouvement de rotation.

③Durant l'essorage, le linge reste plaqué contre la surface du tambour, assimilable à un cylindre de diamètre 80cm. Quelle est la vitesse du linge durant l'essorage?

التمرين 05

يدير محرك قرصا متجانسا (S) شعاعه $r=5cm$ بسرعة 1050 دورة في الدقيقة حول محور ثابت منطبق مع محور تماثله.

①عبر عن السرعة الزاوية لدوران القرص بالوحدة (rad/s)، أحسب الدور T و التردد N لحركة القرص.

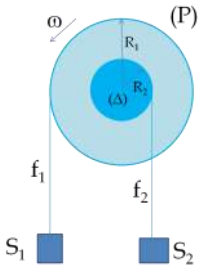
②أحسب السرعة v_A لنقطة A من محيط القرص. أحسب عدد الدورات التي ينجزها القرص خلال المدة الزمنية $\Delta t=10s$.

BE CALME, WORK HARD ☺

Ali AMZIANE h

β

التمرين 06



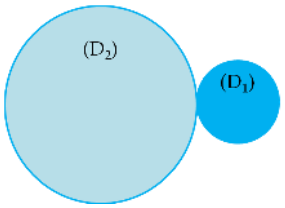
نعتبر بكرة (P) ذات مجريين شعاعهما على التوالي $R_1=20cm$ و $R_2=10cm$، تدور بسرعة زاوية ثابتة ω حول نفس المحور الأفقي (Δ) في المنحى المبين على الشكل جانبه. الخيطان f_1 و f_2 الملفوفان على مجريي البكرتين يحملان في طرفيهما الحرين جسمين S_1 و S_2. نفترض أن الخيطين غير قابلين للامتداد و لا ينزلقان على المجريين.

①أحسب سرعة كل من S_1 و S_2 عندما يكون تردد الدوران $N=10\ tr.s^{-1}$.

عناصر الإجابة : $v_1\approx12,56m/s$ و $v_2\approx6,28m/s$

β

التمرين 07



بكرتان شعاعهما R_1 و R_2، تتدحرجان الواحدة على الأخرى بدون انزلاق (انظر الشكل).

①علما أن السرعة الزاوية للبكرة (D_1) ثابتة: $\omega_1=\pi\ rad.s^{-1}$ مثل متجهة السرعة $\overrightarrow{v_1}$ لنقطة M من محيط البكرة.

②أعط تعبير السرعة الزاوية ω_2 للبكرة (D_2) بدلالة ω_1، R_1 و R_2.

③نضع بين البكرتين السابقتين (D_1) و (D_2) بكرة ثالثة (D_3). عين السرعة الزاوية ω_2 للبكرة (D_2) علما أن البكرة (D_1) تحتفظ بنفس السرعة ω_1. ما دور البكرة (D_3) ؟

α

التمرين 08

المعادلة الزمنية لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت هي : $\mathbf{s(t)=0,7t+0,03}$ حيث t بالثانية (s) و s(t) بالمتر (m).

①ما طبيعة حركة الجسم الصلب؟

②حدد قيمة الأفصول المنحني للنقطة M عند اللحظة $t=0$.

③إذا علمت أن قطر المسار الدائري للنقطة M هو 30cm، أوجد تعبير الأفصول الزاوي $\Theta(t)$ للنقطة M بدلالة الزمن t.

γ

التمرين 09

متحركان M_1 و M_2 ينتقلان على مسارين دائريين ممركزين شعاعيهما R_1 و R_2، بسرعتين خطيتين ثابتتين V_1 و V_2. عندما يدوران في نفس المنحى يلتقيان بعد كل دقيقة، و عندما يدوران في منحيين معاكسين يلتقيان كل 30s.

①أحسب السرعتين V_1 و V_2 علما أن $R_2=2R_1=80cm$ و $V_1>V_2$.

عناصر الإجابة : $v_1\approx6,25cm/s$ و $v_2\approx4,19cm/s$

β

التمرين 10

آلة لقطع البلاط مجهزة بقرص من الماس قطره 18mm، من بين المميزات التقنية المبينة من طرف الصانع نقرأ سرعة دوران القرص $2950\ tr/min$.

①عبر عن قيمة السرعة الزاوية للقرص بالوحدة (rad/s).

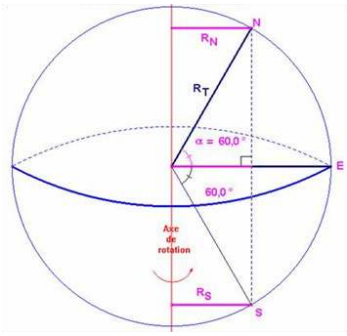
②أحسب السرعة اللحظية لحبة من مسحوق الألماس المتواجدة في محيط القرص.

③بالنسبة لحبة تنفصل عن محيط القرص، عين المدة الزمنية اللازمة لكي تصل هذه الحبة لشخص يبعد عن القرص بمترين (2m).

④علل المطالبة بحمل النظارات الواقية من طرف الأشخاص الذي يشتغلون على مقربة من آلة القطع.

β

التمرين 11



نعتبر أن الأرض كروية الشكل شعاعها $R=6380km$. تدور الأرض حول محور قطبيها الذي نعتبره ثابتا في المعلم المركزي الأرضي وفق حركة دورانية دورها $T=24h$

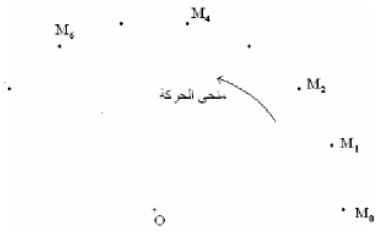
①أحسب السرعة الزاوية ω لحركة الأرض.

②جد السرعة الخطية للنقط التالية:

- ♦ A نقطة من سطح الأرض تنتمي للقطب الشمالي.
- ♦ E نقطة من سطح الأرض تنتمي لخط الإستواء.
- ♦ N نقطة من سطح الأرض معلمة بخط العرض $\alpha=60°$.

BE CALME, WORK HARD ☺

التمرين 12



نعتبر قرصا متجانسا شعاعه R في دوران حول محور راسي (Δ) ثابت متعامد مع مستواه و يمر من مركز قصوره G. يمثل الشكل جانبه تسجيل مواضع نقطة M من محيط القرص أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau=40ms$.

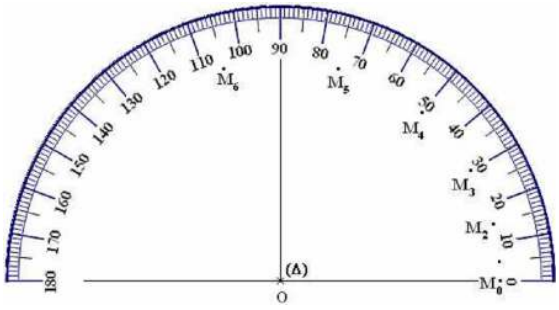
①أحسب V_i سرعة M عند المواضع M_2 و M_4 و M_6. ما طبيعة حركة النقطة M ؟

②حدد مبيانيا الشعاع R لمسار حركة M و السرعة الزاوية ω لهذه النقطة.

③أكتب المعادلة الزمنية لحركة النقطة M، باختيار النقطة M_0 أصلا للأفاصيل و لحظة تسجيل النقطة M_1 أصلا للتواريخ.

④عين قيمة الأفصول الزاوي في اللحظة التي تاريخها $t=0,1s$.

التمرين 13



$$V_i = \frac{\overset{\frown}{M_{i+1}M_{i-1}}}{2\tau} \text{ و } \omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{2\tau}$$

نعتبر قرصا متجانسا (C) شعاعه R في دوران حول محور راسي (Δ) ثابت متعامد مع مستواه مطابق لمحور C. يمثل الشكل جانبه تسجيل بالسلم الحقيقي لمواضع نقطة M من محيط القرص أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau=20ms$.

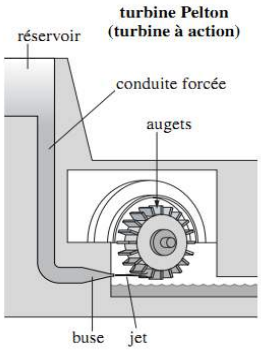
①باستعمال العلاقات التقريبية جانبه إملأ الجدول أسفله.

الموضع	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة الخطية $v(m/s)$					
السرعة الزاوية $\omega(rad/s)$					
$\frac{v}{\omega}(m)$					

②حدد مبيانيا شعاع القرص (C).استنتج العلاقة بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية.

التمرين 14

La turbine Pelton



La turbine Pelton est utilisée dans les centrales hydrauliques pour des hauteurs de chute d'eau H importantes pouvant aller jusqu'à 1800 mètres, mais de débit assez faible (~$25m^3/s$). Son diamètre D varie de 0,6 à 3,5 mètres. La roué Pelton est entrainée par un jet d'eau. Les aubes de la turbine sont partagées par une arête médiane qui relie deux godets. Le jet d'eau frappe l'arête, se partage en deux, puis arrive finalement dans les godets. La vitesse v_1 périphérique de la roue est liée à la hauteur de chute par la relation $v_1= 0,45x(2.g.H)^{1/2}$

①Caractériser le mouvement de la turbine.

②Donner la relation entre la vitesse v_1, le diamètre D de la turbine et la vitesse angulaire ω puis la relation entre ω, D et la hauteur de chute H.

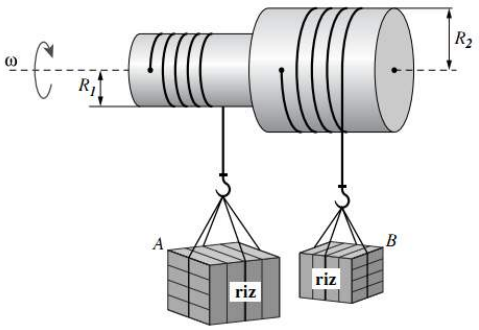
③Une turbine du complexe de la Grande Dixence en Suisse tourne à 428 tours par minute pour une hauteur de chute de 1883m. Sa masse est de 28 tonnes. L'eau sort des injecteurs à la vitesse de $680km.h^{-1}$.

- Calculer le diamètre D de cette turbine.
- Comparer la vitesse v1 à celle de l'eau sortant des injecteurs.

Données : Intensité de la pesanteur $g=9,8m.s^{-2}$

التمرين 15

Un treuil pour charger ou décharger un bateau



Un treuil utilisé dans un port est schématisé ci-dessous ; il est constitué par deux cylindres solidaires et coaxiaux, de rayons respectifs R_1 et R_2. Sur chaque cylindre, s'enroule un câble auquel est accrochée une caisse. Lorsque le treuil est mis en rotation, les deux câbles s'enroulent en sens contraire. Ce système tourne alors à la vitesse angulaire de $20tr.min^{-1}$; $R_1=20cm$ et $R_2=40cm$.

①Décrire les mouvements des deux caisses A et B.

②Calculer la vitesse d'un point situé à la circonférence de chaque cylindre.

③En déduire les vitesses v_A et v_B des caisses A et B.

④Refaire un schéma du système. Représenter sur ce schéma les vecteurs vitesses en A et en B en précisant l'échelle adoptée.

BE CALME, WORK HARD ☺

Ali AMZIANE h