

# THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE – Extrait concours

Extrait CAPET 2013

Le moteur de la chaîne de télescopage met en mouvement (voir schéma de principe annexe 6) :

- les trois tronçons, dont au bout du troisième se trouve la caméra ;
- un contrepoids, placé en arrière qui se déplace en sens inverse des tronçons de façon à garantir l'équilibrage statique de la grue à chaque instant.

On nomme :

- $V_{cam}$  la vitesse du centre de la caméra (et du tronçon  $T_3$ ) par rapport au support de la grue ;
- $\omega_m$  la vitesse de rotation de l'arbre moteur ;
- $r$  le rapport de réduction entre le moteur et le tronçon  $T_3$  :  $r = \frac{V_{cam}}{\omega_m}$  ;
- $J_{mot}$  l'inertie de l'arbre moteur (le moteur retenu par le concepteur est le Parvex RS530E dont la documentation est donnée annexe 7).

La chaîne de télescopage est constituée de trois tronçons, chacun des tronçons se déployant à une vitesse  $\frac{v}{3}$  relativement au tronçon précédent.

Les caractéristiques des éléments mobiles sont rappelées ci-dessous.

Solide	Masse	Vitesse
Tronçon $T_1$	$M_1 = 70$ kg	$V_{cam}/3$
Tronçon $T_2$	$M_2 = 60$ kg	$2.V_{cam}/3$
Tronçon $T_3$	$M_3 = 50$ kg	$V_{cam}$

Solide	Masse	Vitesse
Caméra et tête caméra	$M_{cam} = 110$ kg	$V_{cam}$
Contrepoids	$M_{ctp} = 855$ kg	$V_{ctp}$

On néglige la masse de toutes les autres pièces en mouvement non décrites ci-dessus (pièces constituant les réducteurs ...).

**Question 4** Que vaut le rapport de réduction  $r$  (application numérique) ? À partir des données de l'annexe 6, exprimer  $V_{ctp}$  en fonction de  $\omega_m$ .

Annexe 7 - Moteur PARVEX série RS

TYPES MOTEURS	Couple permanent en rotation lente	Courant permanent en rotation lente	Tension d'alim. de définition	Vitesse de définition	Courant impulsion.	F.E.M. par 1000 tr/min (à 25°C)	Constante de couple par ampère	Résistance du bobinage (à 25°C)	Inductance du bobinage	Moment d'inertie du rotor
Symboles	$M_0$	$I_0$	U	N	$I_{max}$	$K_e$	$K_t$	$R_b$	L	J
Unités	N.m	A	V	tr/min	A	V	N.m/A	$\Omega$	mH	$10^{-6}$ kg.m <sup>2</sup>
RS 210 L	0,11	2,5	24	3000	7	5	0,048	2,33	1,1	1,3
RS 220 F	0,225	4,1	25,4	3000	12	6	0,057	1,12	0,65	1,95
RS 220 K	0,232	2,8	38,6	3000	8	9,2	0,088	2,7	1,53	1,95
RS 230 C	0,31	5,6	24	3000	18	6	0,057	0,67	0,42	2,6
RS 240 B	0,39	6	27,6	3000	20	7,2	0,068	0,68	0,45	3,25
RS 310 N	0,28	2,6	49	3000	7	12,3	0,117	3,64	4,4	5,4
RS 320 H	0,54	4,5	49	3000	13	13,3	0,127	1,52	2,2	8,3
RS 330 E	0,78	5,9	51	3000	18,5	14,3	0,137	1	1,65	11
RS 340 C	0,98	6,9	53	3000	23	15,3	0,146	0,8	1,4	14
RS 410 R	0,48	3,6	60	3000	10	15,6	0,15	2,47	4,2	13,7
RS 420 J	0,93	6,2	60	3000	19	16,6	0,16	0,96	1,9	22,5
RS 430 F	1,3	8,1	43	2000	28	17,5	0,167	0,59	1,33	31
RS 430 H	1,36	6,6	78	3000	21	22,5	0,215	0,94	2,2	31
RS 440 G	1,74	7	90	3000	24	27	0,256	0,9	2,2	40
RS 510 L	1,9	7,9	82	2700	21	26,6	0,254	0,71	3,6	100
RS 520 G	3,1	10,9	92	2700	32	31	0,296	0,4	2,34	135
RS 530 E	4	13	97	2700	42	33	0,32	0,29	1,74	170
RS 540 C	5	15	104	2700	50	36	0,344	0,225	1,5	205
RS 620 G	8	22,3	100	2400	62	38,5	0,37	0,156	1,78	530
RS 630 F	10,8	25	100	2000	90	46	0,44	0,134	1,62	680
RS 640 E	13	28	105	2000	90	49	0,47	0,12	1,38	830

**Question 5** Exprimer l'énergie cinétique de l'ensemble des pièces en mouvement {arbre moteur, contrepoids, tronçons  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$ , caméra et tête-caméra}. Exprimer cette énergie cinétique en fonction de  $\omega_m$ . En déduire  $J_{\text{éq}}$  l'inertie équivalente ramenée sur l'axe de l'arbre moteur. Faire l'application numérique.

**Hypothèses :**

- les pertes dans le réducteur roue et vis sans fin sont modélisées par un rendement  $\eta = 85\%$  ;
- l'ensemble des frottements visqueux est modélisé par un coefficient de frottement visqueux ramené sur l'arbre moteur  $f_{\text{éq}} = 0,38 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{rad}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- on prendra pour la suite  $J_{\text{éq}} = 1,62 \cdot 10^{-2} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
- lors de la première phase de mouvement, on prendra comme valeur d'accélération  $\alpha_{\text{caméra}} = 1,51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

On note  $C_m$ , le couple fourni par le moteur.

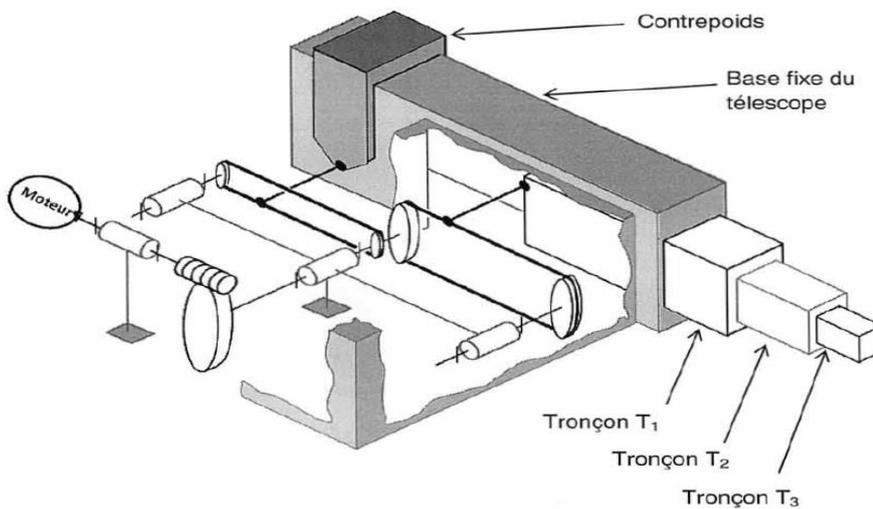
**Question 6** Exprimer de manière littérale l'ensemble des puissances galiléennes (extérieures et intérieures) au système.

**Question 7** En appliquant le théorème de l'énergie-puissance (aussi appelé théorème de l'énergie cinétique), lors de la phase d'accélération, déterminer l'expression littérale du couple moteur en fonction de  $\omega_m$ ,  $\dot{\omega}_m$  et des données jugées utiles.

**Annexe 6 - Schéma de principe de la chaîne de transmission de puissance**

La mise en mouvement du contrepoids est valable pour la partie 1 uniquement.

La mise en mouvement des tronçons 2 et 3 n'est pas représentée.



**Caractéristiques de la chaîne de transmission de puissance**

