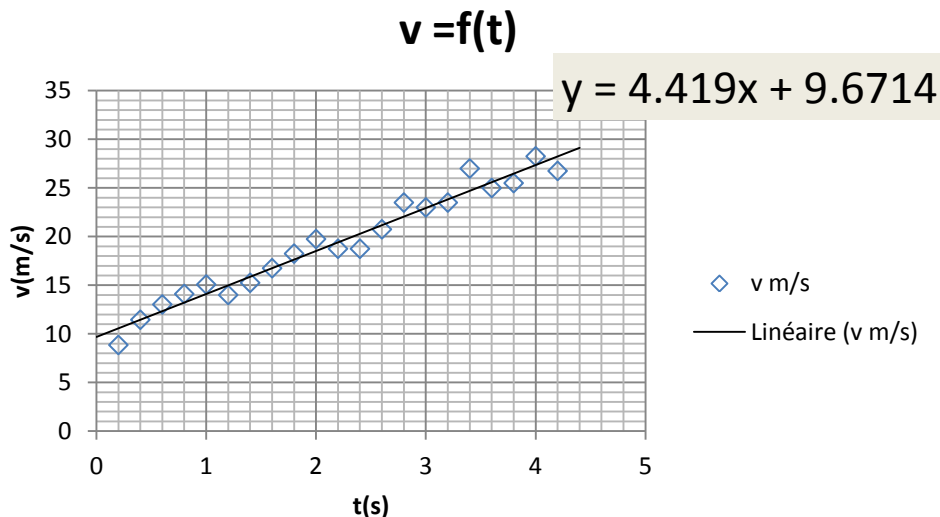


Пуск РКН Протон-М с КА Экспресс-АМ8

Rajouter une colonne pour faire calculer la vitesse instantanée de la fusée à chaque instant. Tracer le graphe $v = f(t)$ (faire vérifier). Noter l'équation de $v = f(t)$ et déduire l'accélération de la fusée.

t s	x m	y m	v m/s
0	-2.09E-01	4.17E-01	
0.2	-2.09E-01	1.88E+00	8.8575
0.4	-2.09E-01	3.96E+00	11.45
0.6	0.00E+00	6.46E+00	13.025
0.8	2.09E-01	9.17E+00	14.1
1	-2.09E-01	1.21E+01	15.075
1.2	0.00E+00	1.52E+01	14
1.4	-6.26E-01	1.77E+01	15.25
1.6	-2.09E-01	2.13E+01	16.75
1.8	0.00E+00	2.44E+01	18.25
2	-2.09E-01	2.86E+01	19.75
2.2	-2.09E-01	3.23E+01	18.75
2.4	-2.09E-01	3.61E+01	18.75
2.6	-2.09E-01	3.98E+01	20.75
2.8	0.00E+00	4.44E+01	23.5
3	-2.09E-01	4.92E+01	23
3.2	2.09E-01	5.36E+01	23.5
3.4	2.09E-01	5.86E+01	27
3.6	-4.17E-01	6.44E+01	25
3.8	0.00E+00	6.86E+01	25.5
4	-2.09E-01	7.46E+01	28.25
4.2	-2.09E-01	7.99E+01	26.75
4.4	0.00E+00	8.53E+01	



$V=f(t)$ du type $v \text{ (m/s)} = a \text{ (m/s}^2\text{)} \times t \text{ (s)}$
 Avec a coef directeur en m/s^2
 Donc $a = 4.42 \text{ m/s}^2$



Questions

3.1- Sur la photo de la fusée, dessiner les forces appliquées et un axe vertical orienté vers le haut.

3.2-On considère que la masse de la fusée reste constante pendant ces premières secondes de décollage. En appliquant la deuxième loi de Newton, trouver la valeur de la poussée F des gaz et trouver l'écart relatif avec la valeur nominale qui est de 10.532 kN.

$$\sum \vec{\text{Forces}}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

(On considère que la masse ne varie pas beaucoup pendant les 1ères secondes)

$$m \approx \text{cte}$$

$$\sum \vec{\text{Forces}}_{\text{ext}} = \vec{P} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Projection sur un axe vertical Oz orienté vers le haut:

$$F - P = m \cdot a$$

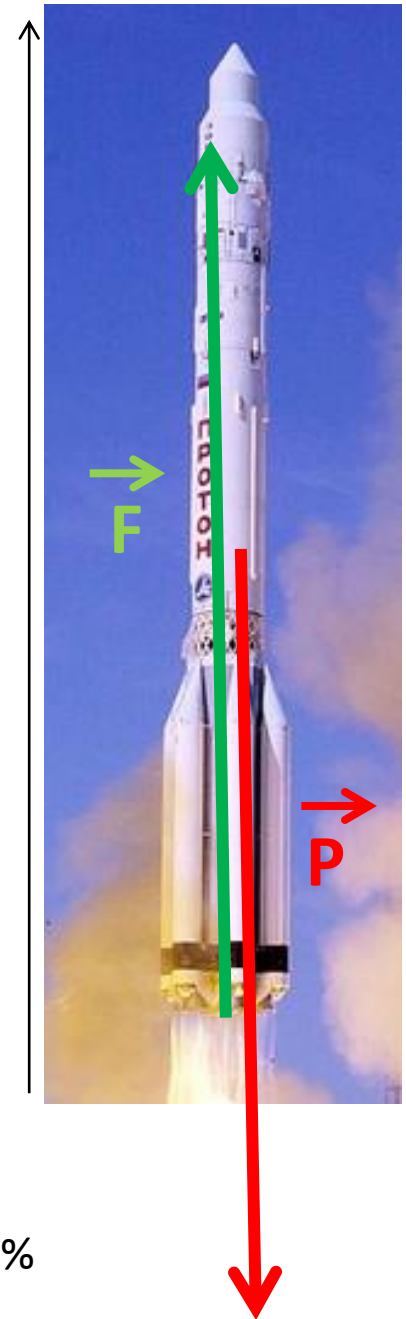
$$F = ma + P = m(a + g) = (702000 + 2100) \times (4.42 + 9.81)$$

$$F = 10 \text{ MN}$$

Proche de 10.532 MN

Écart relatif

$$\frac{10.532 - 10}{10.532} = 0.05 = 5\%$$



3.3- Calculer le débit massique des gaz propulsifs et en déduire la vitesse d'éjection des gaz.

$F = q \cdot V_e$
 q : débit massique des gaz propulsifs en kg/s
 V_e : vitesse d'éjection des gaz en m/s.
 F : Poussée en N
Accélération de la pesanteur terrestre : $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

1^{er} étage:

- Masse à vide 30.6 tonnes
- Masse avec carburant et comburant : 450 tonnes
- Durée de combustion : 124 s

Débit massique q :

$$\frac{45000 - 30600}{124} = \mathbf{3382 \text{ kg/s}}$$

vitesse d'éjection des gaz:

$$V_e = \frac{F}{q} = \frac{10532000}{3382} = \mathbf{3110 \text{ m/s}}$$

3.4- noter la durée totale du pointage réalisé. Trouver le pourcentage de masse perdue pendant cette durée et conclure sur l'hypothèse faite question 3.2.

Durée du pointage 4.4 s

Masse perdue au bout de cette durée = carburant consommé :

$$M = q \times t = 3382 \times 4.4 = 14880 \text{ kg} \quad \text{Pourcentage perdu : } \frac{M}{M_{\text{init}}} = \frac{14880}{704100} = 0.02 = 2\%$$

Le pourcentage de masse perdue est faible, voilà pourquoi on a supposé que la masse de la fusée restait constante pendant cette durée