

פוזמאליטיוני תנוד: בעיט הקטה

סתם ה תנודת הקטה זלזא בלואר . נניח הקטה עם מסה התחלתית M_0 ובלטר

מסה בקצה α (מסה ריחית זמן) קבוע ואמחיילת V יחסית קיקטה .

סתם F_0 תאוצת הקטה כז עוצ זא . מאוצת .

מסת הקטה בתואר הזמן : $M(t) = M_0 - \alpha t$ (כז עוצ יג זק)

כז. רמזואו משואו קמחיילת הקטה בתואר הזמן . נשתמש בחוק שילוח התנוד :

$\frac{d(P_{TOTAL})}{dt} = F_{ext} = 0$ (כז עוצ במיז אהז)
 אין כואר חוצניים .

$\frac{dP_{rocket}}{dt} + \frac{dP_{gas}}{dt} = 0$
 Product
 רפוז אר התנוד הכואר למעז של הקטה Product
 + מעז של הזאז P_{gas}

כזית היטוי עדין M

$\frac{d}{dt} (M(t)V) = M\ddot{r} + \dot{M}V = \dot{M}\ddot{r} - \alpha V$
 שעיתנוד הנכוד לעינו המיילר
 טניו התנוד הנכוד לעינו הוסה .
 + כאאר של בקטה :
 + טניו התנוד של הזאז :

כואר בעאית למעז עם הזמן . השינוי מואנז משינוי אבויים . האויי הולקן
 היוו טניו התנוד של הזאז הקיים , משינוי המיילר . האויי משינוי זקד אכר שואר הזאז למעז .

האויי הכולקן מואנס הור והזאז , אהי שזאז נפול , אינו מאוג . האויי השינוי הנוו :

$\Delta m = \alpha \Delta t$
 גויזר זמן Δt , נפול מהטל כמער מסה של

$\Delta p_{gas} = \Delta m (V - v) = \alpha \Delta t (V - v)$
 מחיילת הזאז יחסית לז v אואר גמזית המזכזה :

$\Delta p_{gas} = \Delta m (V - v) = \alpha \Delta t (V - v)$
 השינוי התנוד

$\frac{dp_{gas}}{dt} = \alpha (V - v)$
 זיוא

$M\ddot{r} - \alpha V + \alpha (V - v) = 0$
 + הזשואו היוו קמ :

$M\ddot{r} = \alpha V$
 : 14

$$(M_0 - \alpha t) \frac{dv}{dt} = \alpha V$$

צורת המסה הכוללת היא $M(t)$

$$\alpha V \frac{dt}{M_0 - \alpha t} = dv$$

הפרדה משתנים:

$$\alpha V \int_{t=0}^{t=t} \frac{dt}{M_0 - \alpha t} = \int_{v(0)}^{v(t)} dv$$

אינטגרציה בסגור הקצוות:

$$-\alpha V \frac{1}{\alpha} \ln(M_0 - \alpha t) \Big|_{t=0}^{t=t} = v(t) - v(0)$$

$$V \ln M_0 - V \ln(M_0 - \alpha t) = v(t) - v(0)$$

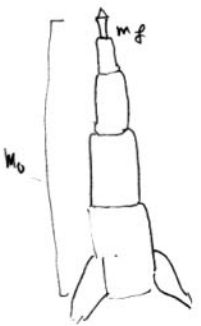
$$v(t) = v(0) + V \ln \frac{M_0}{M_0 - \alpha t}$$

בואו:

אלו נקראים כי:

- 1) מתיאור המסה הכוללת $M(t)$ וקצוה $v(t)$ של הגוף הנשאר M_f (מסה הסלולרית הנשארת בגוף) α אלו α
- 2) V וביחס המסה $\frac{M_0}{M_f}$ (מסה הסלולרית הנשארת בגוף) α אלו α

- 2) קצוה המסתערת v מסתערת v - מתיאור המסה הכוללת $M(t)$ וקצוה $v(t)$ של הגוף הנשאר M_f (מסה הסלולרית הנשארת בגוף) α אלו α

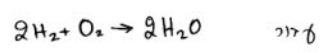


$$\frac{1}{2} m V^2 = m E$$

$$V = \sqrt{2E}$$

$$E = 1.3 \times 10^{11} \text{ erg/g}$$

V אלוהי v אלוהי v



$$V \approx 5 \text{ km/s}$$

המסתערת המסתערת

זה מניח יעילות מסתערת. בהנחות מסוימות $V \approx 3 \text{ km/s}$ וכך רחוקה α M_f/M_0 יש צורך ב- $M_f/M_0 \approx 50$

מה קרה עם המידה? אם יש כבידה אלפא כוח חיובי אל המערכת. המערכת
 נשנה היא קומה הבולטת (G + G!) הפסים, אלפי, יש צורך בהישוב צבין
 יתר של שניו הנמצא על הקוארט היות והקוארט שכבר נפרט אינו נשאר במהירות קבועה אלא
 כוון מאליף.

$$\frac{dp_{gas}}{dt} = \underbrace{\alpha(v-v)}_{\text{שניו תנוד משניו כמותי הכולל}} - \underbrace{\alpha t \cdot g}_{\text{שניו תנוד}} \cdot g$$

מתאוצר הקוארט שכבר קיים.

$$\frac{dp_{rocket}}{dt} + \frac{dp_{gas}}{dt} = F_{ext}$$

וחסום:

$$M\ddot{r} - \alpha v + \alpha(v-v) - \alpha t g = -M_0 g$$

$$(M_0 - \alpha t) \frac{dv}{dt} = -(M_0 - \alpha t)g + \alpha v$$

$$M \cdot a = -Mg + \underbrace{F_{thrust}}_{\text{הקוארט המהיר}}$$

כוח משניו
 $M_0 g > \alpha v$

עוד צריך לשקול את כוחות האם כי הכוח שאתו יתחיל את המערכת אל
 צדדים כדי ששתיים יתאזנו, הכוח צריך להיות גדול יותר מכוח הכבידה הכולל.

$$\int_{v(t_0)}^{v(t)} dv = \int_{t_0}^t \left(\frac{-(M_0 - \alpha t)g + \alpha v}{M_0 - \alpha t} \right) dt$$

$$= \int_{t_0}^t -g dt + \int_{t_0}^t \frac{\alpha v}{M_0 - \alpha t} dt$$

אחרי הפעולה ונישאל את:

הפתרון:

$$v(t) = v(0) - gt + v \ln \frac{M_0}{M_0 - \alpha t}$$

כדי להבדיל בין המערכת לזאת של "צבין" יש להגדיר את הכוח כוח שילת מהותי.