

NORDIK-BALTİK FİZİKA OLİMPIADASI 2021

1. FOTON ROKETİ (5 bal) — *Jaan Kalda, Oskar Vallhagen.* Xəyalı ulduzlararası səyahət üçün sükunət kütləsi $M = 1 \times 10^5 \text{ kg}$ olan foton roketi təsüvvür edin. Roketdə başlanğıcda mövcud olan yanacaq (antimaddə) eyni kütləli maddə ilə anhillasiya olunaraq roketin hərəkət qüvvəsini yaradacaq foton əmələ gətirilir. Anhillasiya üçün lazım olan maddə fəzada seyrək olan plazmadan təmin olunur. Qəbul edin ki, plazmanın sürəti Yerin hesablamaya sistemində nəzərə alınmayan 0 -dir. Işığın boşluqdakı sürəti $c = 3 \times 10^8 \text{ m/san}$.

i) (1 bal) Başlanğıc anda antimaddə hansı μ (kq/san) sürətlə yanmalıdır ki, fotonların itələmə qüvvəsinin səbəb olduğu qüvvə Yerində $g = 9,81 \text{ m/san}^2$ sərbəstdüşmə təcilinə uyğun olsun?

ii) (3 bal) Raketin kütləsi $m_f = M/10$ -ə düşdüyü anda motorlar söndürülür. Raketin son sürətini tapın.

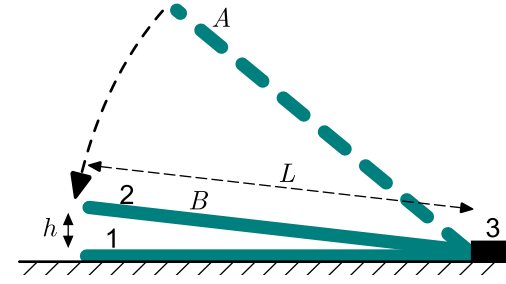
iii) (1 bal) Roketdən buraxılan fotonların tezliyi Yerdəki müşahidəçi tərəfindən ölçülür. Motor söndürülməmişdən bir an öncə roketdən buraxılan son fotonların tezliyini yerdəki müşahidəçi necə ölçər? Qəbul edin ki, roketdən buraxılan fotonların tezliyi roketin hesablamaya sistemində görə sabit və f_0 -dir.

2. QAZ VƏ MAYE AXINI (10 bal) — *Jaan Kalda, Päivo Simson.*

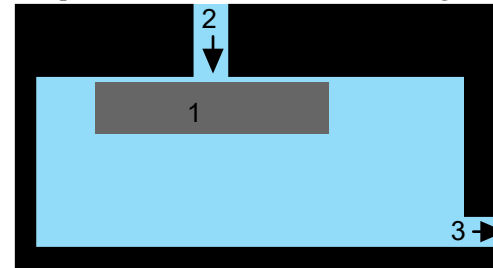
i) (1 bal) Əgər siz şüşə parçasını digər bir şüşə parçasının üzərinə buraxsanız o sınımayacaq, əksinə yavaşca dayanacaq. Şəkilə "1" ilə işarə edilmiş şüşə parçası üfüqi vəziyyətdə sükunətdədir. "2" ilə işarələnmiş digər şüşə parçası isə 1-ci şüşənin üzərinə düşür. Hansı ki, "3" ilə işarə edilmiş rezin tormozlayıcı onun sürüşməsinin qarşısını alır. Düşən şüşə A vəziyyətindən hərəkətə başlayır. və baxılan anda B vəziyyətində olub 1-cidən çox kiçik $h = h_0$ yüksəkliyindədir. Bu anda onun bucaq sürəti ω_0 -dir. Şüşələr arasındakı havanın sürəti onların ən sol küncündə nə qədərdir?

ii) (2,5 bal) Şüşənin eni onun h_0 hündürlüyündən çox böyükdür ($L \gg h_0$). Şüşənin qalınlığı da L -dən çox kiçikdir. ($t \ll L$). Şüşənin sıxlığı ρ_g -dir. Onun uzunluğu isə

(Şəkilə şəkil müstəvisinə doğru yönəlib) L -dən çox böyükdür. Havanın sıxlığı ρ_a olarsa, şüşənin bundan sonrakı hərəkəti zamanı onun bucaq sürəti h -dan asılı olaraq necə dəyişər? Qravitasiyanı, eyni zamanda havanın özlülüyünü və sıxılabilməyini nəzərə almayın. Hava axınının hər yerdə laminar qaldığını qəbul edin



iii) (3 bal) Aşağıdakı şəkildə "1" ilə işarələnmiş silindirik daş diskin radiusu R , qalınlığı h sıxlığı isə ρ_s -dur. Daş sıxlığı ρ_w olan su ilə doldurulmuş konteynerin tavanına sıxılmışdır. Diskin yuxarısı ilə tavan arasında qalınlığı $t \ll R$ olan kiçik aralıq vardır. Su radiusu $r \ll R$ olan "2" borusundan daxil olur, diskin üzəri ilə radial olaraq axaraq "3" borusundan xaric olunur. Borunun radiusu diskin disklə tavan arası məsafədən olduqca böyükdür ($r \gg t$). Borudan daxil olan suyun axma sürəti μ (kq/san) nə qədər olmalıdır ki, daş həmin vəziyyətdə tarazlıqda qalsın. Sərbəstdüşmə təcilinə g götürün.



iv) (0,5 bal) Buxar trubini güc stansiyası kimi geniş şəkildə istifadə olunur. Sadələşmiş modelə görə su $t_t = 180^\circ \text{C}$ temperaturda və $p_t = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$ qaynayır. (real buxar trubununda isə bundan daha çox təzyiq mövcud olur). Qaynamış su buxar əmələ gətirir və en kəskin sahəsi $A = 1 \text{ cm}^2$ olan silindirik kanaldan axır. Ətraf mühitin təzyiqi $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ -dir. Borudan çıxan şırnaq-

dakı bir mol buxarın və bir mol suyun ΔS entropiya fərqi tapın. (Suyun molyar kütləsi $M = 18 \text{ g/mol}$, 100°C temperaturda xüsusi buxarlanma istiliyi $L = 2,3 \text{ MJ/kg}$)

v) (3 bal) Əmələ gələn buxar şırnağının μ sürətini (m/t) və eyni zamanda şırnaqdakı maye fazada olan su kütləsinin r nisbətini tapın. Qəbul edin ki, kanala axma zamanı su buxarının genişlənməsi tərsinə çevriyə biləndir (yəni istilik keçiriciliyi nəzərə alınmaya bilər və hər zaman qaz və maye fazalar arasında tarazlıq vardır). Su buxarının adiyabat sabiti $\gamma = 4/3$ -dür.

3. FIRLANAN FƏZA STANSİYASI (13 bal) — *Jaan Kalda, Kaarel Hänni.* Geosinxronik orbitdə fırlanan fəza stansiyası uzunluğu $L = 100 \text{ km}$, radiusu $R = 1 \text{ km}$ olan silindr formasında olub temperaturu $T = 295 \text{ K}$, təzyiqi normal atmosfer təzyiqində olan hava ilə doldurulmuşdur (havanın molyar kütləsi $M = 29 \text{ g/mol}$). Stansiyanın silindirik daxili divarları orda yaşayan insanlar üçün 'yer' rolunu oynayır. Stansiya oxu ətrafında ehlə sürətlə fırlanır ki, 'yer'-də $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ -ə bərabər təcil yaranır.

i) (0,5 bal) Stansiyanın τ fırlanma periodu nə qədərdir?

ii) (2 bal) Daş 'Yer'-in müəyyən nöqtəsindən daş atılır $t = \tau/2$ müddət sonra daş eyni nöqtədə tutulur. Daşın atılma sürətini təyin edin. Havanın müqavimətini nəzərə almayın.

iii) (2 bal) Radiusu $r = 3 \text{ m}$ olan sferik balon heliumla doldurulmuş (molyar kütləsi $M' = 4 \text{ g/mol}$), və kütləsi naməlum m olan kütləni qaldırmaq üçün istifadə olunur. Yük $L = 20 \text{ m}$ uzunluqlu çəkisiz ip ilə balona bağlanmışdır. Sistem 'yer'-dən $H = 500 \text{ m}$ yüksəkliyinə qalxaraq dayanır. m -i təyin edin. Xətti sıxlığı $\lambda = 1 \text{ kq/m}$ olan ip silindirin diametri boyunca iki qarşı nöqtəsindən 'yer'-ə bağlanmışdır (Yəni ipin ucları arasındakı məsafə $2R$ -dir). İpin iki ucunu və orta nöqtələrini uyğun olaraq A , B , və C ilə işarə edək.

iv) (1,5 bal) Qəbul edək ki, C nöqtəsi 'yer'-dən h yüksəkliyindədir. İpin A və C nöqtələrindəki gərilmə qüvvələrinin $T_A - T_C$ fərqi tapın.

v) (1,5 bal) Qəbul edək ki, A nöqtəsində ip 'yer'-lə α bucağı əmələ gətirir. T_A/T_C gərilmə qüvvələrinin nisbətini hesablayın.

vi) (1,5 bal) Əgər $h = 495 \text{ m}$ olarsa ipin formasını təqribi olaraq parabola kimi qəbul edərək T_C ni tapın.

vii) (2 bal) Stansiyanın metal divarlarının ümumi yükü Q olsun. Stansiyanın içərisindəki yüklü top 'yer' in üzərində hərəkətsiz qalır. Topun q/m - yükünün kütləsinə nisbətini tapın. Top tərəfindən "yerdə induksiya olunan yükləri nəzərə almayın.

viii) (2 bal) Qaus teoreminə görə V həcmi daxilində yük olmadığı zaman $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 0$ ödənilir. Stansiyanın içindəki müşahidəçiyə əsasən silindrin perimetri boyunca paylanmış Q yükündən başqa heç bir yük olmadığını bilərək bu bərabərliyə necə bir düzəliş edilməlidir?

4. GƏRİLMİŞ ƏLCƏK (8 bal) — *Eero Uustalu.*

Ləvazimatlar Ən az üç cüt rəngsiz tibbi yarı şəffaf latex-rezin əlcək; keyfiyyətli şəffaf yapışdırıcı; qaçı; 4 ədəd A4 və ya da daha geniş formalı millimetrik kağız; 3 xətkeş; 1 m-lik elastik ölçü lenti; yaxşı yazan qələm; Əlcəklər lazım olsa kəsilərək hissələrə ayrılabilir. Əlcəyin kəsiliş hissələrini sabit saxlamaq üçün yapışdırıcı ilə birbaşa iş masasına və/yaxud xətkeşə yapışdırıla bilər (hissələri gərilmiş vəziyyətdə saxlamaq üçün)

Latex çox yüksək elastikliyə malik materialdır və qəbul edə bilərsiniz ki onun həcmi qırılma həddinə qədər dəyişməz qalır.

Hər bir hissə üçün mümkün dəqiqliklə əldə etdiyiniz nəticəni addım-addım izah edin və təcrübi sxemi çəkib göstərin. Eyni zamanda təcrübə nəticələrini cədvəl şəklində yazıb gösərin.

i) (1 bal) Latex lentinin ϵ_m maksimal gərilməsinə tapın (Yəni qırılma həddindəki gərilməni). Gərilmə uzunluqdakı nisbi dəyişmə kimi tərif olunur. $\epsilon = (l - l_0)/l_0$, burada l və l_0 uzanmış və uzanmamış vəziyyətdəki uzunluqlardır.

ii) (7 bal) Latex lentlərinin təzyiq (stress)-gərilmə əlaqəsi üçün asılılıq qrafikini qurun. Stress (Gərilmə) vahid en kəsiyə düşən gərilmə qüvvəsi kimi tərif olunur. σ gərilməsinə qırılma nöqtəsindəki gərilmə ilə normallaşdıraraq nisbi vahidlərlə ifadə edin.