R – 1 rješenje

Da bismo uništili planet na opisani način moramo uložiti energiju jednaku potencijalnoj energiji planeta. Promatrat ćemo kao da skidamo s planeta sloj po sloj. Neka je polumjer planeta u nekom trenutku *r*. Potencijalna energija sloja debljine Δr jednaka je:

$\Delta E_p = -G\frac{m\Delta m}{r}$, gdje je *m* masa planeta, a Δm masa sloja.

Vrijedi $\Delta m = \Delta V\rho(r) = 4\pi r^2\Delta r\rho(r) = 4\pi C\Delta r$, te zbog $\rho(r) = \frac{C}{r^2}$ imamo:

$m(r) = 4\pi rC \Rightarrow \frac{m(r)}{4\pi r} = C$ tj.

$\Delta E_p = -G\frac{4\pi rC4\pi C\Delta r}{r} = -16\pi^2 GC^2\Delta r$

Pa je: $E_p = -16\pi^2 GC^2 r$ tj. $E_p = -G\frac{m^2}{R}$

E – 1 rješenje

Zadatak je dosta kompleksan kako se vidi iz samog teksta zadatka. Prvo ćemo predložiti nekoliko metoda mjerenja u pojedinim dijelovima spektra te na kraju jednu metodu za mjerenje intenziteta cijelog spektra.

- korištenje fotoosjetljivih elemenata:

  Postoji niz raznih fotoosjetljivih elemenata poput fotodioda, fotootpornika i sl. čija se svojstva mijenjaju u ovisnosti o intenzitetu zračenja koje pada na njih. Treba imati na umu da svaki takav element ima karakteristiku da je osjetljiviji na neke valne duljine, a manje osjetljiv na neke druge. Zato možemo koristiti takve elemente za mjerenje pojedinih dijelova spektra zračenja.

- metoda leće:

  Postavimo li konvergentnu leću tako da zračenje pada na nju i da u fokusu stoji list papira, možemo mjeriti infracrveni dio spektra. Naime, ukupna energija koja padne na papir raste linearno u vremenu. Zanemarimo li energiju koju papir zrači (kako je papir na niskoj temperaturi u odnosu da žarulju ili Sunce) možemo zaključiti da je temperatura papira proporcionalna vremenu obasjavanja. Tako mjereći vrijeme obasjavanja iz omjera vremena za Sunce i žarulju možemo dobiti omjer intenziteta.
  Ova metoda je dobra samo za infracrveni dio spektra jer je to dio spektra koji uzrokuje zagrijavanje bijelog papira.
  Dio spektra koji koristimo za zagrijavanje možemo i proširiti ako umjesto papira koristimo neki crni predmet, međutim, tada ne znamo zapravo koji dio spektra mjerimo, samo smo sigurni da smo uhvatili infracrveni i vidljivi dio spektra.
  Problem bi još moglo predstavljati to da žarulja možda uopće neće zapaliti papir ako nije dovoljno blizu. To se može riješiti tako da žarulju stavimo puno bliže leći imajući na umu da intenzitet pada sa kvadratom udaljenosti tako da dobiveni omjer intenziteta kasnije preračunamo u onaj koji je tražen u zadatku (žarulja udaljena cca 2 metra).

- spektrometar:

  Možemo naprosto cijeli spektar snimiti spektrometrom i kasnije naprosto izračunati ukupni intenzitet iz grafa ☺

E – 2 rješenje

Za mjerenje tankih slojeva tekućina možemo upotrijebiti više metoda; izbor ovisi o svojstvima tekućine. Dajemo neke prijedloge:

1.) Optička metoda. Ako je naš sloj dovoljno gladak (nema površinskih valova) i ako uzmemo reflektirajuću podlogu možemo vrlo jednostavno izmjeriti debljinu tako da pod kutom pucamo laser na površinu. Dio svjetla će se odbiti od površine a dio od podloge. Tako nastaju dvije zrake koje možemo projicirati na neki zaslon. Mjerenjem udaljenosti između njih na zaslonu možemo odrediti debljinu sloja. Naravno, da bi ta metoda funkcionirala tekućina mora biti prozirna. Za vodljive (ne nužno prozirne) tekućine možemo upotrijebiti

2.) Metoda igle. Setup će se ovdje sastojati od dvije igle: jedna je na mikrometarskom vijku i visi iznad tekućine a druga je odozdo zabijena u podlogu tako da joj vrh malo strši u tekućinu. Igle su spojene u istosmjerni strujni krug (preko otpornika na kojem mjerimo napon). Precizno izmjerimo početnu udaljenost između gornje igle i podloge (na primjer vrteći vijak dok ne vidimo da je igla došla do dolje). Vratimo iglu na njeno mjesto i pustimo tekućinu. Gornju iglu sada lagano spuštamo pomoću vijka dok krugom ne poteče struja – tada je igla dotaknula površinu. Ta je metoda vrlo dobra za precizna mjerenja i na mikronskoj skali. Preciznost ovisi samo o preciznosti vijka (ili drugog uređaja kojim spuštamo iglu).

3.) Metoda igle se naravno može i pojednostaviti tako da jednostavno gledamo iglu i odredimo je li dotaknula površinu tako da uočimo menisk koji pri tome nastaje zbog površinske napetosti. Prva metoda je preciznija jer možemo točno reći u kojem trenutku struja kreće, a menisk je nekad teško vidjeti, naročito ako je površinska napetost mala.

4.) Kapacitivna metoda. Ova metoda se bazira na mjerenju kapaciteta između dvije pločice: jedna leži na dnu a druga pliva na površini. Što su pločice manje i tanje to bolje jer će manje smetati toku. Kapacitet možemo mjeriti npr. pomoću izmjenične struje (mjerenje kapacitivnog otpora). Ovdje je zbog rubnih efekata potrebno uređaj baždariti – ne možemo upotrijebiti jednostavnu formulu za pločasti kondenzator ako je duljina pločica usporediva s razmakom. Također, bilo bi preporučljivo da tekućina ne vodi struju, iako bi se moglo pokus modificirati da radi i s vodljivom tekućinom.

5.) Metoda vodljivosti. Analogna kapacitivnoj metodi, samo između pločica puštamo malu istosmjernu struju i mjerimo otpor. Ovdje je također zbog rubnih efekata potrebno baždarenje. Postoji još i problem utjecaja toka na otpor, pa bi baždarenje trebalo provesti i za različite brzine. Naravno, ova metoda također radi samo za vodljive tekućine.

E – 3 rješenje

S obzirom na relativnu složenost problema, autor zadatka može dati samo svoju procjenu parametara i neke ideje za eksperiment. Najprije se moramo pozabaviti mehanizmima raspada mjehura. Prilično je jasno da do kolapsa dolazi kad na nekom mjestu (obično na najgornjem dijelu mjehura) debljina mjehura postane manja od neke kritične debljine. Ta kritična debljina je tipično vrlo mala (može biti manja od 5 nm) i ovisi o koncentraciji površinski aktivne tvari u otopini. Način na koji površinski aktivna tvar stabilizira tako tanke slojeve vode je još uvijek predmet istraživanja – izgleda da se radi o takozvanom Gibbs – Marangoni efektu prilikom kojeg aktivna tvar migrira u područja poremećaja površinske napetosti tako ih stabilizirajući. Za detalje zainteresirani mogu pogledati reference []. U svakom slučaju, prvi i možda najvažniji parametar je **koncentracija površinski aktivne tvari**. O drugim parametrima možemo nešto zaključiti ako pogledamo na koje načine može doći do stanjivanja filma tekućine. Dva su glavna mehanizma: otjecanje (drenaža) i isparavanje. Drenažu uzrokuje gravitacijsko polje. Upravo zbog drenaže do pucanja dolazi na vrhu mjehura. Na drenažu će utjecati **veličina mjehura** (kosina!), **gustoća** i **viskoznost tekućine** – što veća viskoznost, to teže tekućina otječe. Isparavanje tekućine s mjehura je drugi važni proces. Ako je mjehur od vodene otopine (što je i najčešći slučaj) velika **vlažnost zraka** znatno će produžiti život mjehura. Još jedan vrlo važan parametar je **temperatura** otopine – osim što utječe na isparavanje, važna je i za sam mehanizam raspada. Naime, do pucanja vjerojatno dolazi uslijed termičkih fluktuacija na mjehuru, koje su to jače što je temperatura veća.

Krenimo na mjerenje. Mjerenje života se može provesti jednostavno štopericom, ali bolje bi bilo dizajnirati npr. neku optičku metodu: laser koji gađa fotodiodu ako mjehur postoji a ne gađa ako se mjehur raspadne ili slično. Signal s diode možemo onda čitati kompjutorski i odrediti trenutak raspada u tisućinku sekunde. Zgodno bi bilo možda i mjeriti tlak unutar mjehura – dok mjehur postoji, tlak unutar njega je veći od atmosferskog zbog površinske napetosti. Kad mjehur pukne, tlak se vraća na normalu. Digitalnim tlakomjerom bismo ponovno mogli točno odrediti trenutak raspada.

Mijenjanje parametara uglavnom nije neki problem, samo tijekom pokusa treba biti vrlo pažljiv jer svako gibanje zraka, prašina, smeće na podlozi i slično može unijeti potpuni kaos u mjerenja. Ukratko, koncentraciju aktivne tvari jednostavno mijenjamo tako da otapamo u vodi različite količine, veličinu tako da napušemo različite polumjere mjehura (i mjerimo ih npr. preko skale na podlozi ili iz slika mjehura ili tako nešto), viskoznost tako da mijenjamo sastav otopine (dodavanje glicerola ili šećera u vodu nije loša ideja), vlažnost zraka na orimjer tako da čitavu aparaturu (ploču, mjehur i ostalo) zatvorimo u kutiju u koju uvodimo vodenu paru, a temperaturu tako da prije napuhavanja mjehura grijemo otopinu pomoću kupke ili slično. Bilo bi dobro za svako mjerenje sustav izolirati od atmosfere radi postizanja kontroliranih uvjeta.

K – 2 rješenje

O čemu se zapravo radi?
Znamo da magnet privlači kuglice. To znači da kuglica koja je bliže polu magneta ima nižu potencijalnu energiju od one koja je dalje. Neposredno prije sudara kuglica C dosta ubrza, međutim to baš nije lako primijetiti tijekom eksperimenta. U samom sudaru energija kuglice C se prenosi dalje sudarima, te kuglica A ima istu energiju, međutim, ona ne mora trošiti tu energiju na promjenu potencijalne energije, tako da ima veću kinetičku energiju. Također je lako za provjeriti da je i impuls očuvan, naime, pred sam udar kuglica C ima istu brzinu kao i kuglica A neposredno nakon sudara, samo što je C većinu te brzine dobila u kratkom vremenu, a kuglica A se giba jednoliko.

K -2 rješenje

Jedno moguće rješenje je na slici. Radi na principu ‘spojenih posuda’. Uočite da se voda ne prelijeva dok cijelo crijevo ne bude napunjeno vodom, a tada skoro sva voda iscuri iz boce. Takva posuda poznata je i pod imenom Tantalova posuda.

