

Prøv at regne disse opgaver.

Hvis du kan regne 3 af følgende opgaver, så er fysikolympiaden måske noget for dig!

1. Et sort hul med Jordens masse

Størrelsen af et sort hul kan siges at være bestemt af begivenhedshorizonten, den såkaldte Schwarzschild radius R_s , som er givet ved $R_s = \frac{2GM}{c^2}$, hvor G er gravitationskonstanten, c lysets fart og M massen af det sorte hul.

Jordens masse er $5,98 \cdot 10^{24}$ kg.

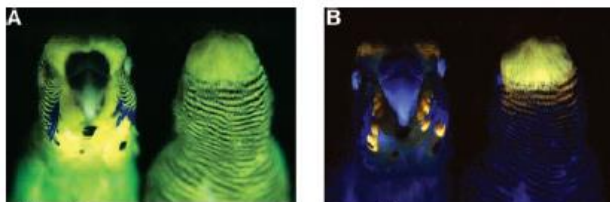
a) Hvad ville Schwarzschild radius for et sort hul med Jordens masse være?

2. En tur over floden

Vandet i en flod bevæger sig med farten $v_f = 0,60$ m/s. Flodens bredde er 90 m. En mand ønsker at ro over floden. Han ror med farten $v_m = 1,20$ m/s i forhold til vandet, og han ror på en sådan måde, at han bevæger sig lige over floden, dvs. til den modsatte bred, vinkelret på floden.

a) I hvilken retning må han ro i forhold til strømretningen?

3 Fluorescerende papegøjer

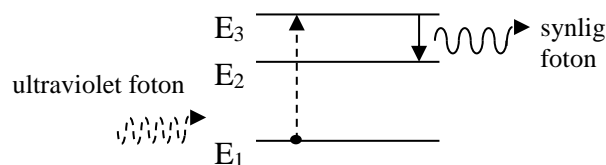


Figur 1. (A) Papegøje i almindelig belysning. (B) Papegøje i ultraviolet belysning

I et forsøg¹ blev det opdaget, at papegøjers evne til at udsende fluorescerende lys havde positiv indflydelse på deres evne til at finde en mage.

Fluorescens fra et atom opstår, når ultraviolet lys exciterer en elektron i atomet fra et energiniveau E_1 til et energiniveau E_3 , og elektronen hurtigt herefter falder fra E_3 til E_2 , og derved udsender synligt lys (se Fig. 2).

Billede A ovenfor viser papegøjen i normal belysning (det synlige område), mens billede B viser papegøjen i ultraviolet belysning, og det ses, at papegøjen da udsender lys fra toppen af hovedet.



Figur 2. Energiniveaudiagram for papegøje udsat for ultraviolet belysning.

I forsøget blev papegøjen belyst med ultraviolet lys med bølgelængden 365 nm, og forskellen i energi mellem E_1 og E_2 er 0,195 eV.

a) Bestem bølgelængden af det lys, som papegøjens hoved udsender.

På et tidspunkt fluorescerer en papegøjers hoved med effekten 0,11 W.

b) Hvor mange fotoner udsendes pr. sekund fra hovedet?

4. Game of Thrones

I sidste afsnit af HBO's serie "Game of Thrones" ser man dragen Drogon spy ild på Jerntronen, som siges at bestå af 1000 sværd. Hvert af disse sværd vejer ca. 5 kg og er lavet af jern.

I scenen, hvor Drogon spyr ild på jerntronen, begynder den at smelte efter 10 sekunder.

Den specifikke varmekapacitet for jern er $449 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, og smeltepunktet for jern er 1538 °C.

a) Giv et overslag over den effekt, hvormed Drogon opvarmer jerntronen.

Danmarks samlede energiforbrug er ifølge Energi-styrelsen i 2017 sat til 772 PJ.

b) Sammenlign effekten, hvormed Drogon opvarmer jerntronen med den effekt, hvormed Danmark omsatte energi i 2017.

5. Protonstråle

I en accelerator rammer en stråle af protoner et folie, og det antages, at 2,0 % af protonernes energi afsættes i foliet. Herved overføres der energi med effekten 5,0 W til foliet. Hver proton har den kinetiske energi $6,0 \cdot 10^{-13}$ J.

a) Hvad er strømstyrken, som svarer til protonstrålen?

¹ K.E. Arnold, I.P.F. Owens, N.J. Marshall: "Flourescent Signaling in Parrots", Science **290**, 92 (2002)