

Examen Duurzame Energietechnieken

Permutatie code: 1



1. Hoeveel potentiële energie bezit een waterreservoir met hoogte 5m en grondoppervlakte 12m^2 , bovenop een gebouw van 5m?

Duid het antwoord dat het dichtste bij uw resultaat ligt aan.

A. $4,4 \times 10^6 \text{ J}$

B. $2,9 \times 10^6 \text{ J}$

C. $1,4 \times 10^6 \text{ J}$

$$60 \text{ m}^3 \quad 60 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 5 =$$

$$h = 7.5 (5 + 2.5) \text{ //middelpunt nemen}$$

2. Veronderstel dat molecuule A met een initiële concentratie 4mol omgezet wordt naar B met een reactiesnelheid $k=2 \text{ s}^{-1}$. Hoeveel vermogen komt er vrij na 300 ms, als de enthalpieverandering $\Delta H = -100 \text{ kJ/mol}$

(Gegeven de concentratieverandering kan geschreven worden als: $\frac{d[A]}{dt} = -k[A]$)

Maak uw keuze

A. 220kW

B. 330kW

C. 440kW

$$-2 \cdot 4$$

$$P = -k \cdot dH \cdot c(A) \cdot e^{(-k \cdot t)} = -2 \cdot 100 \text{ kJ/mol} \cdot 4 \cdot e^{(-2 \cdot 0.3 \text{ s})} = 439 \text{ kW}$$

3. Bereken de energie die nodig is om een emmer water van 5l water van 10°C op te warmen naar 80°C (De warmtecapaciteit van water is 4186 J/kg/K).

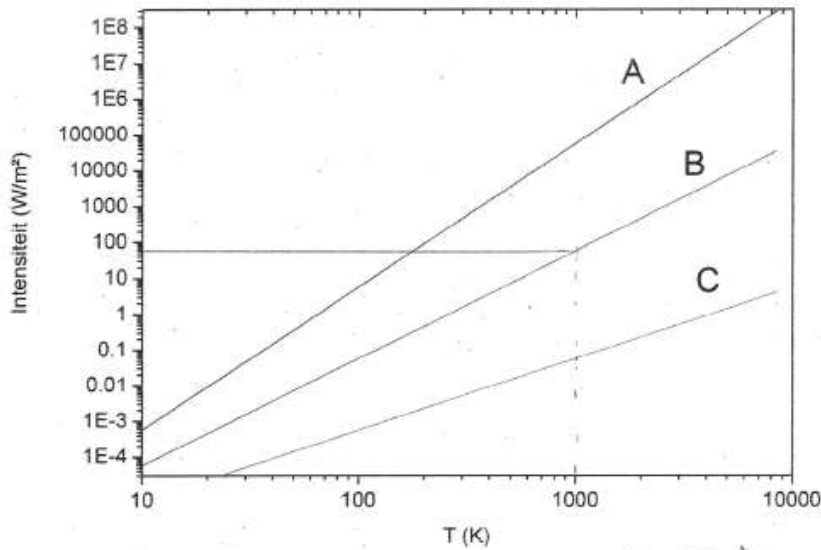
Selecteer het antwoord dat het dichtste in de buurt ligt.

A. 0,5MJ

B. 1,0MJ

C. 1,5MJ

4. Welke van de 3 curves stelt de Wet Van Stefan-Boltzmann voor, voor de totale intensiteit van de warmtestraling in functie van de temperatuur van de oppervlakte?



Maak uw keuze

- A. Curve A
 B. Curve B
 C. Curve C

$$I = \sigma \cdot T^4$$

5. Het opschrift op mijn wifi-modem vermeldt dat deze een veld van 5V/m opwekt op een afstand van 1m. Hoeveel vermogen straalt mijn modem bij isotrope uitzending?

Selecteer het antwoord dat het dichtst bij uw berekening zit.

- A. 380mW = 0,38
 B. 420mW = 0,42
C. 300mW = 0,3

$$Q_M = r^2 \cdot \pi = \pi$$

$$I = c \cdot 0.5 \cdot \epsilon_0 \cdot E^2 = 0.033 \text{ W/m}^2$$

$$P = I \cdot A = 0.417 \text{ W}$$

6. Hoeveel energie kost het ons om een condensator van 2nF, 10 miljoen keer op te laden via een weerstand van slechts 20ohm tot een spanning van 12V?

Selecteer het antwoord dat het dichtste bij uw berekeningen zit.

- A. 3 J
 B. 1,5 J
C. 5 J

$$W = 0.5 \cdot C \cdot V^2 \cdot 10.000.000 = 1.44 \text{ J}$$

7. Veronderstel dat ik gemiddeld 50km per dag rijd met mijn wagen (Volvo V50, 1.4 benzine, 60kW), dat mijn auto 5l per 100km verbruikt en dat één liter benzine een energie-inhoud van 10kWh heeft. Hoeveel vermogen kost het me om het comfort van mijn wagen te behouden?

Maak de keuze die het dichtst bij uw berekeningen ligt.

- A. 1kW
- B. 30kW
- C. 60kW

$$\frac{\frac{\text{afst}}{\text{dag}}}{\text{volume}} \times \frac{\text{energie}}{\text{dag}}$$

13,3 m/s

8. Een bus weegt 12ton en rijdt met een snelheid van 50km/u, maak een afschatting van hoeveel energie het kost om een tussenstop te maken.

Selecteer het antwoord dat het dichtste bij uw berekening ligt.

- A. 2,0MJ
- B. 1,2MJ
- C. 1,6MJ

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta x} = \frac{1}{2} \frac{m \cdot v^2}{d}$$

9. Als de snelheid van het vliegtuig stijgt dan....

Vul op een korte manier aan.

- A. stijgt het vermogen nodig om in de lucht te blijven.
- B. blijft het vermogen om in de lucht te blijven gelijk.
- C. daalt het vermogen dat nodig is om in de lucht te blijven.

$$P = \frac{1}{v}$$

$$P_{\text{lift}} = 0.5 \cdot (mg)^2 / (pVA)$$

$$\Rightarrow P_{\text{lift}} \sim 1/v$$

10. Als de efficiëntie van een verbrandingsmotor toeneemt van 30% naar 40% met hoeveel procent daalt de energie die de wagen consumeert per afgelegde weg.

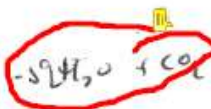
Maak uw keuze

- A. 75%
- B. 10%
- C. 25%

$$\frac{\Delta E}{\Delta x} = \frac{1}{\eta}$$

0,3 → 0,4
x 1,33

11. Hoeveel energie komt er vrij bij de verbranding van 1 mol methaan $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2$



Selecteer het antwoord dat het dichtste bij uw berekening ligt.

- A. 900kJ
- B. 400kJ
- C. 200kJ

$$-75$$

$$75 - 2 \cdot (286 - 393) = -890$$

44g/mol

12. Hoeveel CO₂ komt er vrij bij de verbranding van steenkool.

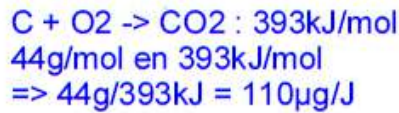


Maak een eenvoudige afschatting en selecteer het antwoord dat het dichtst bij deze berekening ligt.

A. $110 \frac{\mu\text{g}}{\text{J}}$

B. $66 \frac{\mu\text{g}}{\text{J}}$

C. $50 \frac{\mu\text{g}}{\text{J}}$



-353

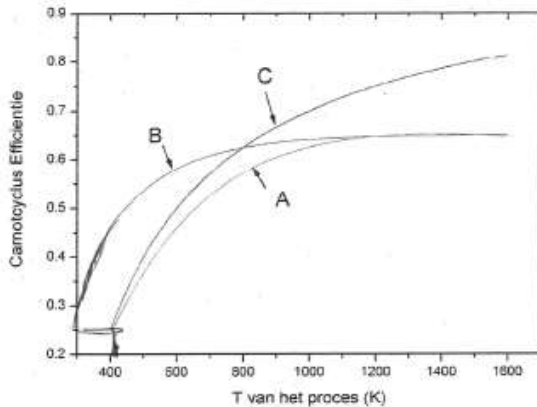
110

44 g/mol

$$\frac{44 \text{ g/mol}}{393 \text{ kJ/mol}} = 0.111 \frac{\text{g}}{\text{kJ}}$$

$$= 0.111 \frac{\text{g}}{\text{kJ}} \cdot \frac{10^6}{10^3} = 110 \frac{\mu\text{g}}{\text{J}}$$

13. Welke curve stelt de efficiëntie van de Carnot-cyclus bij een omgevingstemperatuur van 300K voor.



$$\eta = 1 - \frac{T_0}{T_1} = 1 - \frac{300}{400} = 0.25 = 25\%$$

Maak uw keuze

A. Curve A

B. Curve B

C. Curve C

14. Bij een STEG centrale heeft de stoomturbine een efficiëntie van 50% en de gasturbine een efficiëntie van 40% wat is dan de efficiëntie van de centrale?

Maak uw keuze

A. 90%

B. 80%

C. 70%

$$(0.5+0.4)-(0.5*0.4)$$

15. Hoeveel elektriciteit kan er ongeveer worden geleverd als de klant een warmteproductie verwacht van 2MW bij een temperatuur van 400K. Het verbrandingsproces gebeurt bij een temperatuur van 1000K?

Maak uw keuze op basis van een berekening met ideale thermodynamica, dus houd geen rekening met verliezen als gevolg van afwijking van het ideale.

- A. 1,5 MW
 B. 1 MW
 C. 0,5 MW

Handwritten notes for question 15:

$$W = (1 - \frac{T_2}{T_1}) \cdot \frac{Q_1}{T_1}$$

$$W = (1 - \frac{400}{1000}) \cdot \frac{2 \cdot 10^6}{1000} = 1 \cdot 10^6 \text{ W} = 1 \text{ MW}$$

Additional notes: $\frac{W}{Q_1} = \eta_{\text{vkt}}$

16. De VREG publiceert dat een gemiddeld gezin dat zijn woning op aardgas verwarmt 23260kWh per jaar aan aardgas verbruikt. Bereken wat de CO₂ uitstoot is van dit gezin als gevolg van zijn aardgasverbruik.

Duid de keuze aan die het dichtste bij uw berekening ligt.

- A. 3 ton/jaar
 B. 2 ton/jaar
 C. 4 ton/jaar

Handwritten calculation for question 16:

$$23260 \cdot 1000 \cdot 3600 = \dots \text{ J/jaar}$$

$$\cdot 49 \mu\text{g/jaar} = 4 \text{ ton}$$

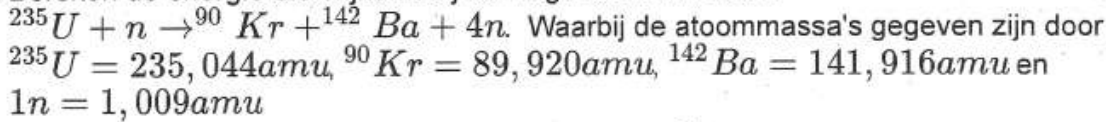
Handwritten notes for question 16:

$$-600 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = 900 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$3600 \cdot 1$$

$$P_{37} \cdot 10^{10} \text{ J}$$

17. Bereken de energie die vrijkomt bij de volgende kernreactie



Maak uw keuze

- A. $5 \times 10^{16} \text{ J/mol}$
 B. $1,6 \times 10^{15} \text{ J/mol}$

Handwritten calculation for question 17:

$$\Delta m = 0,181 \text{ @/mol}$$

$$0,181 \cdot 10^{-1}$$

- C. $2 \times 10^{13} \text{ J/mol}$

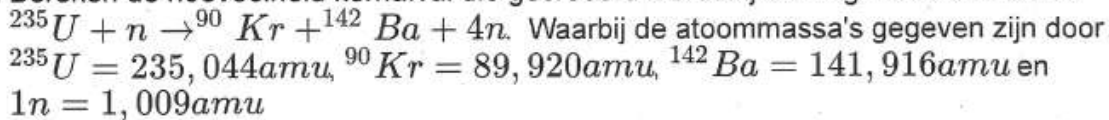
Handwritten calculation for question 17:

$$m = (235 + 1) - (90 + 142 + 4)$$

$$m \Rightarrow \text{kg}$$

$$E = mc^2 = 1.626 \cdot 10^{13} \text{ J/mol}$$

18. Bereken de hoeveelheid kernafval die gecreëerd wordt bij de volgende kernreactie



Duid het antwoord aan dat het dichtst bij uw berekening ligt.

- A. $1 \times 10^{-11} \text{ g/J}$
 B. $2 \times 10^{-9} \text{ g/J}$
 C. $5 \times 10^{-6} \text{ g/J}$

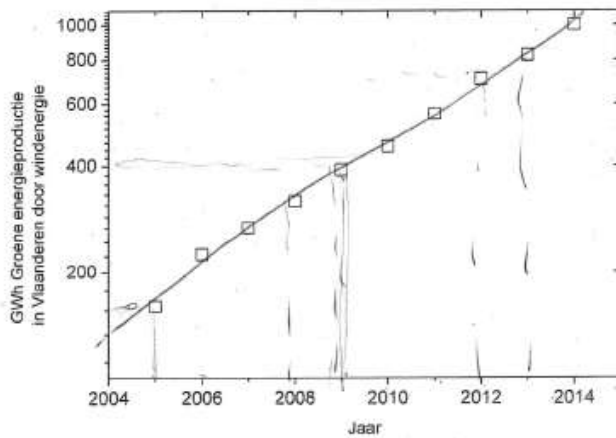
Handwritten calculation for question 18:

$$E = 2.70 \cdot 10^{-11} \text{ J/deeltje}$$

$$m = \text{Kr} + \text{Ba} = 231.836 \text{ amu} = 3.84 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\text{g/J} = m/E = 1.42 \cdot 10^{-11} \text{ g/J}$$

19. Uit een studie van het VITO: "Inventaris hernieuwbare energiebronnen" vond ik de volgende data voor het maken van de onderstaande grafiek. Bepaal uit de grafiek de toename van het totale cumulatieve geïnstalleerde vermogen.



4 jaar : 200 → 800
 400 GWh
 ———
 4 jaar
 = 100 GWh
 ———
 1 jaar

Maak uw keuze

- A. 5%/jaar
- B. 20%/jaar
- C. 40%/jaar

20. Veronderstel dat ik een gemiddelde snelheid van 7m/s meet op de plaats waar ik een windmolenpark zal installeren. Voor deze locatie wordt de winddistributie gegeven door de

Rayleigh-distributie : $f(v) = \frac{2v}{\lambda^2} \exp\left(-\left(\frac{v}{\lambda}\right)^2\right)$.

Hoeveel bedraagt de parameter λ in deze distributie dan?

(Ter info: $\int_0^\infty e^{-x^2} x^2 dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4}$)

$x = \frac{v}{\lambda}$

$\int \frac{2v}{\lambda^2} x^2 e^{-x^2} dx$
 $\frac{2}{\lambda^2} \int x^2 e^{-x^2} dx$
 $\frac{2}{\lambda^2} \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{4}$
 $\frac{\sqrt{\pi}}{2\lambda^2}$

Duid de keuze aan die het dichtst bij uw berekening ligt.

- A. 7,9m/s
- B. 7
- C. 6,1m/s

$7 = \int (2 \cdot u^2 \exp(-u^2)) du$
 $u = v/\lambda \Rightarrow du = 1/\lambda dv \Rightarrow \lambda du = dv$
 $7 = 2 \cdot \lambda \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{4}$
 $\lambda = 7.89m/s$

21. Ik maak een windmolen die een constant vermogen levert van 140W voor windsnelheden boven de 6m/s en de Rayleigh-distributie voor de windsnelheden wordt gegeven door:

$f(v) = \frac{2v}{\lambda^2} \exp\left(-\left(\frac{v}{\lambda}\right)^2\right)$ met $\lambda = 4 \frac{m}{s}$. Hoeveel vermogen levert mijn windmolen dan gemiddeld?

Selecteer de oplossing die het dichtst bij uw berekeningen ligt.

- A. 45W
- B. 15W
- C. 30W

$vgem = \lambda / 2 \cdot \sqrt{\pi} = 3.54$
 $vgem$ invullen in rayleigh $\Rightarrow f(v) = 0.202$
 $P_{werkelijk} = 140 \cdot 0.202 = 28.28 W$

22. De windsnelheid op een hoogte van 5m wordt gemeten en is 3m/s. Welke bewering is juist?

(Ter info: $v(h) = v(h_r) \frac{\ln \frac{h}{h_0}}{\ln \frac{h_r}{h_0}}$, de definities van de symbolen corresponderen met de cursus,

de ruwheidslengte wordt afgeschat op 0,003m)

Maak uw keuze

A. Als de ruwheidslengte verdubbelt, dan vermindert de windsnelheid op een hoogte van 50m (we veronderstellen dat de condities zo worden dat de windsnelheid op 5m behouden blijft, dus dezelfde meetwaarde 3m/s voor een hoogte van 5m)

✓ **B** De windsnelheid op een hoogte van 25m is $3,6 \pm 0,1 \text{ m/s}$

✗ C. De windsnelheid op hoogte 50m is $6 \pm 0,5 \text{ m/s}$

$$v(25) = v(5) \cdot \left(\frac{25}{5}\right)^{1/7}$$

$$3 \cdot \frac{\ln\left(\frac{25}{0,003}\right)}{\ln\left(\frac{5}{0,003}\right)} =$$

23. Wat is de maximaal haalbare efficiëntie van een windmolen waarbij de windsnelheid (op de plaats van de windmolen) gegeven wordt door $v_1 = \frac{v_0 + 5v_2}{6}$? Voor de overige parameters gelden dezelfde benaderingen als Betz.

Duid de keuze aan die het dichtst bij uw berekening ligt.

A. 45%

✓ **B** 60%

C. 75%

$$\frac{v_0 + v_2}{2}$$

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 (v_0 + v_2) (v_0^2 - v_2^2)$$

$$\eta = \frac{1}{2} (1+x) (1-x^2) \quad \left(\frac{1}{3}v_0\right) + \frac{15}{3}(v_2)$$

24. Veronderstel dat u over een terrein beschikt met oppervlakte 5 km^2 , met een gemiddelde windsnelheid van 5 m/s . Hoeveel verwacht u dat dit terrein dan kan opvangen aan gemiddeld vermogen als de windmolens op 5 keer de diameter van elkaar geplaatst worden (houd dus geen rekening met efficiëntie). Veronderstel voor de eenvoud dat deze windmolens in een gebied werken waarbij de windsnelheid steeds voldoende is om de rotor te laten draaien maar het nominale vermogen nog niet bereikt wordt. (Ter info: $\rho_{\text{lucht}} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

Maak uw keuze

A. 10^9 W

B. 10^8 W

✓ **C** 10^7 W

$$\frac{1}{2} \frac{\pi d^2}{4} \rho v^3$$

$$\frac{1 \cdot \pi}{4} \cdot 5^3$$

$$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{15}{3}\right) \left(1 - \left(\frac{15}{3}\right)^2\right)$$

$$2,36 / \text{m}^2 \cdot 5000000 = 1.1 \cdot 10^7$$

$$\frac{1}{2} (1+15)(1-15^2)$$

25. Als u de zon ziet onder een hoek van 20° met de zenith, hoeveel vermogen aan diffuse straling bereikt het grondoppervlak dan? Gebruik de data uit de tabellen en ideale weersomstandigheden, gegeven de absorptiecoëfficiënt \times de dikte van de atmosfeer = 0,377.

Duid de waarde die het dichtste tegen uw berekeningen ligt aan.

A. 210W

B. 315W

✓ **C** 420W

$$z = 20^\circ$$

$$N_0 = 2N_1 - N_2$$

$$\Rightarrow N_2 = 2N_1 - N_0$$

$$N_1 = \frac{N_0 + N_2}{2}$$

$$N_0 = \frac{N_0 + 5N_2}{3} - N_2$$

$$N_2 = \frac{N_0 + 5N_2}{3} - N_0$$

$$l = \frac{\kappa d}{\cos z}$$

$$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{N_0 + 5N_2}{3} - N_0\right)$$

$$7 \text{ van } 12$$

$$- \kappa d - \frac{1}{\cos^2 z} = \cos(2z)$$

$$Q_c = c$$

26. Een zonnecel die bestaat uit Ge ($E_g=0,65\text{eV}$), InGaAs ($E_g=1,4\text{eV}$) en InGaP ($E_g=1,86\text{eV}$). In welk materiaal wordt groen licht met golflengte 520nm geabsorbeerd?

Maak uw keuze

- A. Ge
- B. InGaP
- C. InGaAs

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$E = (hc)/\lambda = 3.82 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2.38\text{eV}$$

Zonnecel met de bep E_g absorbeert alle fotonen met een grotere energie => InGaP

27. Ik plaats een thermische zonne-energie installatie van 3m^2 buiten bij een omgevingstemperatuur van 300K waardoor deze beschenen wordt met 500W/m^2 , Deze installatie bereikt hierdoor een temperatuur van 80°C . Hoeveel is de warmteverliescoëfficiënt van deze installatie?

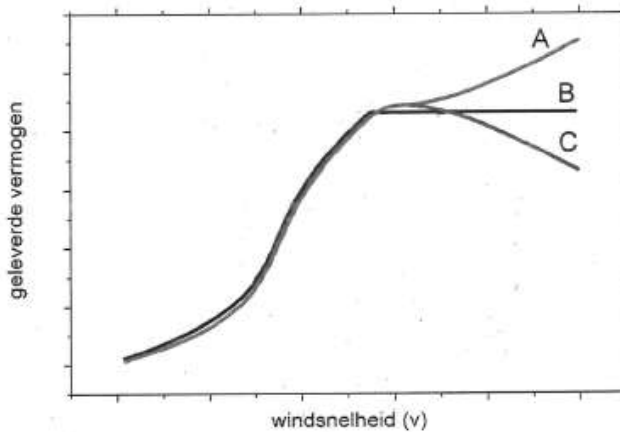
Duid de waarde aan die het dichtst bij uw antwoord ligt.

- A. $12\text{W/m}^2/\text{K}$
- B. $9,5\text{W/m}^2/\text{K}$
- C. $15,3\text{W/m}^2/\text{K}$

$$Q_{\text{out}} = A(Q_{\text{in}} - U(T_1 - T_0))$$

$$Q_{\text{in}} \quad U = Q_{\text{in}}/dT = 500/53 = 9.43$$

28. Welke van de curves in de bijgevoegde figuur stelt best het geleverde vermogen van een windmolen met pitch-regeling voor?



Maak uw keuze

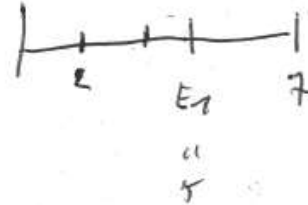
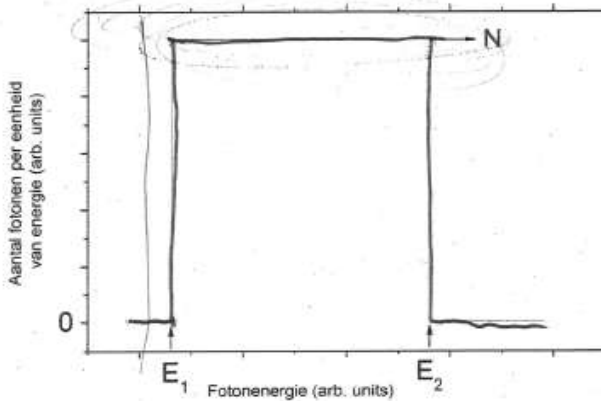
- A. Curve A
- B. Curve B
- C. Curve C

29. Het spectrum van mijn binnenverlichting kan ik benaderen door een rechthoekig verloop voor het aantal fotonen per eenheid van energie tussen energieën E_1 en E_2 , zoals wordt voorgesteld in de figuur. Bereken de ideale verboden zone E_g voor een zonnecel materiaal corresponderend met dit spectrum?

Ter informatie:

-Dit wil zeggen dat het totaal aantal fotonen wordt gegeven door $N(E_2 - E_1)$ en de totale intensiteit van mijn binnenverlichting $\frac{N}{2}(E_2^2 - E_1^2)$.

-U mag er van uitgaan dat het spectrum voldoende breed is $E_2 - E_1 > E_1$.



Maak de meest verstandige keuze.

- A) $E_g = \frac{E_2}{2}$
- B) $E_g = \frac{E_2 - E_1}{3}$
- C) $E_g = E_2 - E_1$

30. Voor residentiële energieproductie heb ik verschillende opties:

- A) Een windmolen met nominaal vermogen 10kW
- B) Photovoltaïsche zonnepanelen 8kWp
- C) Een windmolen met nominaal vermogen 5kW en 4kWp zonnepanelen.

De beschikbaarheid van wind is 10% en de capaciteitsfactor voor zonne-energie is 12%. Welke optie draagt uw voorkeur puur op basis van de verwachte opbrengst?

Maak uw keuze

- A) Optie A: Enkel windenergie. 1kW
- B. Optie B: Enkel zonne-energie. 0.96kW
- C. Optie C: De voorgestelde combinatie van wind-energie en zonne-energie. 0.98kW

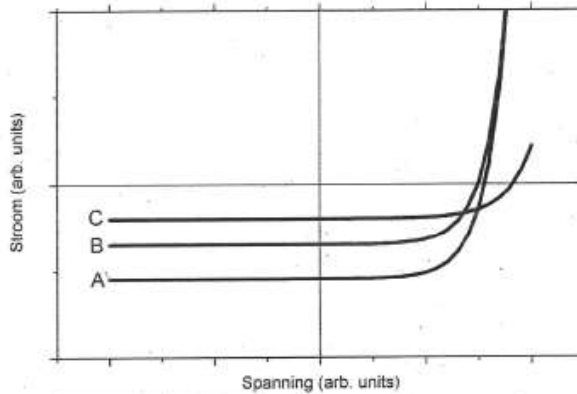
jaarlijkse = 1 kW CAI

1760 $10 \cdot 876 = 8760000$

$8 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 1051,2 = 9,963600$

$5 \cdot 876 \cdot 5000 + 4000 \cdot 1051,2 = 8,58$

31. Hieronder vindt u de stroom-spanningskarakteristiek van zonnecelsystemen. Welke van de volgende beweringen kan waar zijn?
(Ter info: Zoals bij alle andere vragen: er is slechts 1 antwoord correct)

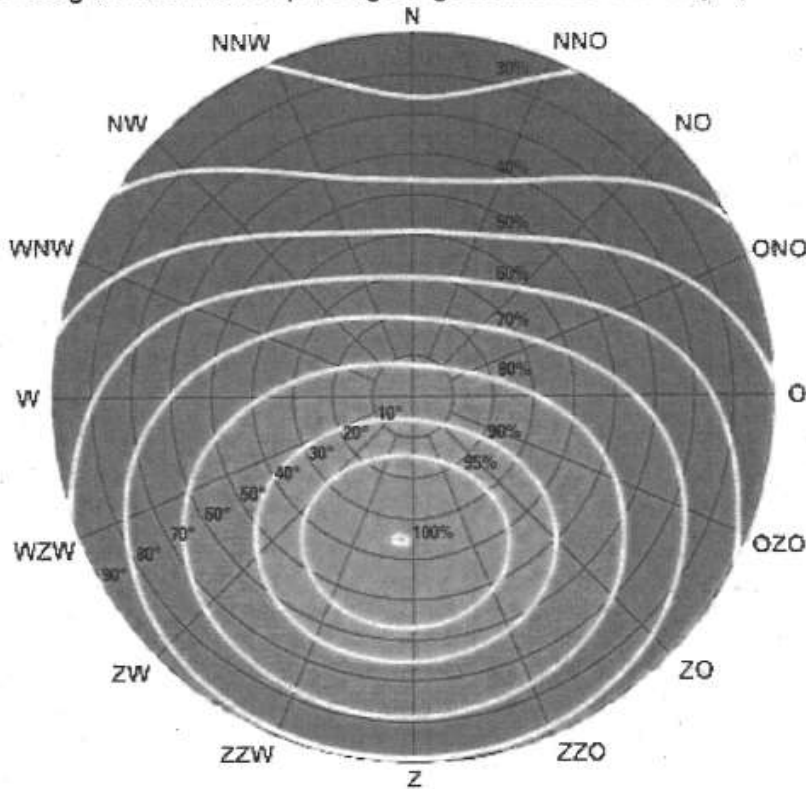


Maak uw keuze

- A. Systeem A is de parallelschakeling van B en C.
- B. Systeem C is de serieschakeling van A en B.
- C. Opname van een zonnecel bij verschillende lichtintensiteiten, met curve A de hoogste lichtintensiteit.

32. Gegeven: drie verschillende zonnepaneelinstallaties in dezelfde straat, zonder beschaduwing van de omgeving.

- A. Een installatie van 10kWp, oriëntatie N helling 40° 50% = 5kW
 - B. Een installatie van 7,5kWp, oriëntatie WNW helling 40° 70% = 5.25kW
 - C. Een installatie van 4,5kWp, oriëntatie Z helling 35° 100% = 4.5kW
- Voor welke installatie verwacht u de grootste opbrengst?
(U mag de informatie op de figuur gebruiken zonder twijfel)



Maak uw keuze

- A. Optie A
- B. Optie B
- C. Optie C

33. Welk van de volgende zonnecellen met gegeven karakteristieken heeft de beste efficiëntie?

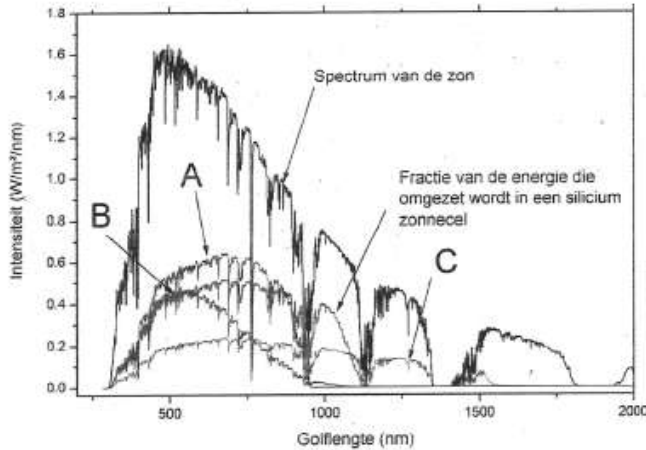
Maak uw keuze

- A. $V_{oc}=0,6V$; $I_{sc}=34mA$; $FF=0,65$
- B. $V_{oc}=0,5V$; $I_{sc}=30mA$; $FF=0,9$
- C. $V_{oc}=0,7V$; $I_{sc}=30mA$; $FF=0,7$

$$\text{rendement} = (FF * I_{sc} * V_{oc}) / P_{in}$$



34. De onderstaande figuur toont het spectrum van de zon (inclusief absorptielijnen atmosfeer) en de fractie van de energie die omgezet wordt naar elektrische energie voor een silicium zonnecel. Veronderstel dat ik deze siliciumzonnecel veel dunner maak, welk van de spectra die aanduiden welk deel van het spectrum omgezet worden naar elektrische energie is mogelijk voor deze dunne silicium zonnecel?



Maak uw keuze

- A. Curve A
- B. Curve B
- C. Curve C

35. De energiebalans van een biomassa productie proces komt op 7. Hoeveel procent fossiele brandstof heb ik uitgespaard?

Maak uw keuze

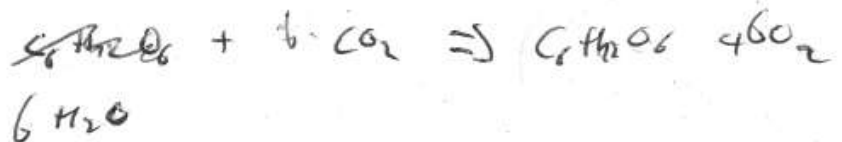
- A. 70%
- B. 55%
- C. 85%

$$\% \text{uitgespaard} = 1 - 1/\text{balans} = 1 - 1/7 = 0.85$$

36. Hoeveel CO₂ wordt opgenomen bij de groei van 1 mol biomassa, als je veronderstelt dat de biomassa de vorm van glucose C₆H₁₂O₆ aanneemt?

Duid het antwoord aan dat het dichtste bij uw berekening ligt.

- A. 44g
- B. 10g
- C. 270g



$$6 \text{ mol} \quad - \quad 3/\text{mol} =$$

per mol glucose wordt 6 mol CO₂ aangemaakt
 $\Rightarrow 6 \cdot 44\text{g/mol} = 264\text{g}$

$$6 \cdot (12 + (2 \cdot 16)) =$$