

# Blok 15 Temperatuur en warmte

## Inhoudsopgave

### Basisstof

- T0 Korte herhaling
- T1 Verbrandingswarmte
- T2 Temperatuur en warmte
- T3 Warmtetransport door geleiding
- T4 Warmtetransport door stroming en straling

### Herhaalstof

- H1 Verbrandingswarmte en rendement
- H2 Waar hangt warmtetransport van af?

### Extrastof

- E1 De koelkast
- E2 Thermo-element en bimetaal
- E3 Warmtecapaciteit en soortelijke warmte
- E4 Rekenen met soortelijke warmte
- E5 Centrale verwarming

### Tijdsindeling

T0-T1-W1	1 lesuur
P2 T2	1 lesuur
W2 P3 T3	1 lesuur
W3 P4 T4	1 lesuur
W4	1 lesuur
F-toets	1 lesuur
Extrastof	1 lesuur
S-toets	1 lesuur
totaal	8 uren

### Algemeen

In dit blok komen de eerste beginselen van de warmteleer aan de orde. De eerste T-bladen gaan over reeds behandelde stof en over zaken waar leerlingen mogelijk al van gehoord hebben. Daar komen begrippen als energie, verbrandingswarmte en rendement ter sprake. In theorieblad 2 wordt afgerekend met de "gelijkheid" van temperatuur en warmte. De warmte transportverschijnselen geleiding, stroming en straling komen ten slotte in de laatste twee theoriebladen aan de orde. Daarbij wordt o.a. aandacht geschonken aan de centrale verwarming en isolatie van de woning. De leerlingen ontdekken door middel van het praktikum waar deze energietransporten van afhangen. Het rekenwerk is uit de basisstof van klas 3 verdwenen. In klas 4 mavo komt dit rekenen aan warmte terug in blok 22, waar dan ook verdampings- en smeltwarmte worden behandeld. Voor leerlingen uit havo en vwo zijn de extrabladen over de soortelijke warmte en de warmte capaciteit een nuttige aanvulling, en tevens een goede voorbereiding op de stof van klas 4.

### Bij de P-bladen

- P2 De proefjes 1 t/m 5 zijn goed als leerlingenproef uit te voeren. De glazen water moeten echter van te voren worden klaargezet. De laatste proeven zijn bedoeld als demonstratie, hoewel er voor de leerlingen niet direct grote moeilijkheden zullen zijn.
- P3
- 1 demonstratieproef.
  - 2 is een experiment waar je meerdere voorwerpen bij nodig hebt. Het mogen uiteraard ook voorwerpen zijn die de leerlingen al bij zich hebben. Proef 2 wordt uitgevoerd als gestuurd onderwijs-leer-gesprek.
  - 3 een demonstratieproef met een leerling als vrijwilliger.
  - 4 kan goed als leerlingpraktikum. Deze proef kost wel wat tijd en kan ook als demonstratie gelijktijdig worden uitgevoerd met proef 5 van P4.

### Benodigd materiaal

- P2
- 1 drie bekersglazen met water van ca. 50 °C, 20 °C en 5 °C
  - 2 de zelfde bekersglazen
  - 3 de zelfde bekersglazen en een thermometer
  - 4 thermometer
  - 5 bakje lauw water
  - 6 bekersglas water, thermometer, bunsenbrander, knopspeld en tang.
  - 7 zie proef 6 en een stalen kogel.
  - 8 koper, constantaandraad, tang, soldeerbout.
- P3
- 1 statief, metalen strip, luciferkoppen.
  - 2 blokjes materiaal (ijzer, hout, aluminium, kurk) of gewoon voorwerpen uit het lokaal
  - 3 staafjes ijzer, glas, aluminium, messing, koper, een steen en een handvat van een pan
  - 4 twee conservenblikjes, water van 100 °C, diverse soorten isolatiemateriaal (b.v. kurk, tempex, wol, glaswol), een stopwatch, twee thermometers
- P4
- 1 een kaars, een kartonnen spiraal, een statief, i.p.v. kaars eventueel bunsenbrander
  - 2 een glazen buis in O-vorm, een driepoot, een gaasje, een bunsenbrander, water met kleurstof.
  - 3 twee reageerbuisjes met daarin ijs. In één van beide buisjes is het ijs verzaamd met een schroef.
  - 4 een gloeilamp, twee erlenmeyers waarvan bij één de bodem zwart is gemaakt. Op beide erlenmeyers is een U-vormige buis bevestigd. In de U-buizen zit gekleurd water.
  - 5 een mat zwart geschilderd groenteblikje en een glimmend groenteblikje, beide gevuld met kokend water, een thermometer.

### Bij de T-bladen

Inleiding en herhaling kunnen worden opgegeven als huiswerk.

- T1 T1 is een les waarin de leerlingen duidelijk gemaakt wordt wat verbrandingswarmte is. Het begrip rendement en de werking van de centrale verwarming worden uitgelegd. Het laatste deel

van de les kan besteed worden aan het maken van het werkblad.  
Een opgave als 3 en 9 kan misschien tijdens de les met een extra voorbeeld worden toegelicht.

- T2 In dit theorieblad en het bijbehorende praktikum gaat het er om de leerlingen gevoel te laten krijgen voor de verschillen en de samenhang tussen de begrippen warmte en temperatuur. De moleculen gaan als er energie wordt toegevoerd sneller bewegen. De temperatuur wordt dus hoger. Temperatuurmetingen kunnen we het beste uitvoeren met een thermometer of een thermo-element. In sommige gevallen laten onze zintuigen ons niet in de steek, bij voorbeeld bij het vaststellen of iemand koorts heeft. De in de natuurkunde gebruikte eenheden voor temperatuur komen ter sprake. De fahrenheit wordt slechts genoemd omdat deze eenheid in de engelstalige landen nog wordt gebruikt. Extra aandacht moet gegeven worden aan het omrekenen van graad celcius naar kelvin en omgekeerd.
- T3 Warmtetransport door geleiding vindt plaats als warmte zich door een stof kan verplaatsen van een plaats met hogere temperatuur naar een plaats met lagere temperatuur, zonder dat de moleculen zich verplaatsen. De moleculen geven de warmte aan elkaar door. Stoffen die de warmte slecht geleiden noemen we isolatoren. Van deze stoffen wordt veel gebruik gemaakt door de isolatie industrie in de woningbouw. Lucht is een stof die de warmte slecht geleidt. Deze stof wordt dan ook als isolator toegepast. Het zit immers in vele lichte materialen zoals tempex, PUR-schuim, glaswol e.d.
- T5 Bij warmte stroming verplaatsen de moleculen zich juist wel. Ze voeren de warmte op deze wijze mee van een plaats met lage naar een plaats met hoge temperatuur. De oorzaak hiervan zijn de verschillen in dichtheid die in de vloeistof of het gas ontstaan.  
Warmtestraling kan zonder medium plaatsvinden. Het is immers net als licht een vorm van elektromagnetische straling. In het kader van de woning isolatie spelen reflectie en absorptie van warmtestralen een belangrijke rol. Als voorbeeld worden de begrippen straling, stroming en geleiding getoetst aan de thermosfles.

#### Antwoorden op de W-bladen

##### Werkblad 1

- 1 33 kJ/l
- 2 als voorbeeld neem je  $10 \text{ m}^3$   
b  $10 \times 32 \text{ MJ} = 320 \text{ MJ}$
- 3 a Niet alle stoffen zijn altijd het zelfde samengesteld.  
b een snee 330 kJ, margarine 160 kJ, pindakaas 250 kJ, plak kaas 300 kJ, thee 85 kJ, appel 240 kJ, melk 315 kJ.  
totaal  $3 \times 330 + 3 \times 160 + 2 \times 250 + 1 \times 300 + 85 = 240 + 315 = 2910 \text{ kJ}$
- 5 Dat betekent dat 30 % van de door dat apparaat gebruikte energie gebruikt wordt voor het doel van dat apparaat. De overige 70 % wordt omgezet in een energiesoort die we op dat moment niet persé nodig hebben.
- 6 Bij een H.R. ketel wordt de energie die via de rookgassen verdwijnt langs de toevoerleidingen van het C.V.- water gestuurd zodat een deel van deze energie het afgekoelde water verwarmt.

- 7 a voor 1 km is  $1/15$  (0,0667) liter nodig  
b  $0,0667 \times 33 \text{ kJ} = 2,2 \text{ kJ}$   
c 75% gaat nutteloos verloren dus  $75/100 \times 2,2 = 1,65 \text{ kJ}$   
d Deze energie wordt gebruikt voor de aandrijving van de wielen.

#### Werkblad 2

- 1 Onze zintuigen zijn geen meetinstrumenten. We kunnen slechts schatten of redelijk nauwkeurig meten als je niet ver van de lichaamstemperatuur af zit.
- 2 In het reservoir zit een vloeistof die uitzet. Bij stijgende temperatuur zal de vloeistof dus uitzetten en in de stijgbuis geperst worden.
- 3 Kelvin koos de laagste temperatuur.
- 4 a 296 K  
b 285 K  
c 400 K  
d 228 K
- 5 a  $-261^\circ\text{C}$ .  
b  $-200^\circ\text{C}$ .  
c  $-161^\circ\text{C}$ .  
d  $-251^\circ\text{C}$ .  
e  $0^\circ\text{C}$ .
- 6 a bij 273 K  
b 310 K
- 7 a 273 K en 373 K. Er zit 100 K tussen  
bc bij beide zit er 100 tussen de beide temperaturen. Het temperatuurverschil is dus in graden celcius en in kelvin even groot.
- 8 a Warmte-energie wordt door het voorwerp opgenomen.  
b Warmte-energie wordt door het voorwerp afgestaan.
- 9 Het grote, omdat je daar meer energie aan toe hebt moeten voeren voor het bereiken van die temperatuur.
- 10 De kleine, want de kleine heeft voor 1 graad stijging minder warmte-energie nodig.
- 11 De thermometer is slechts in een beperkt gebied bruikbaar, nl. het gebied waarin de vloeistof in de thermometer niet stolt of verdampt. Het thermo-element is bruikbaar tot in de buurt van het smeltpunt van het metaal. Het thermo-element is bovendien bruikbaar voor het meten van de temperatuur van heel kleine voorwerpen. Dit komt omdat het thermo-element zelf weinig energie opneemt.

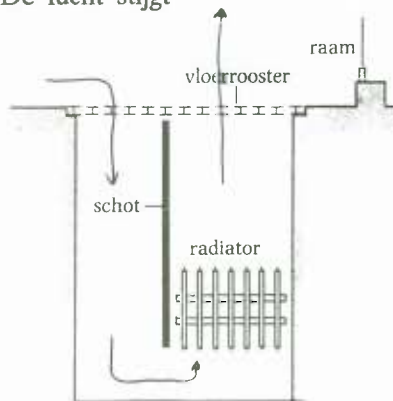
#### Werkblad 3

- 1 a De temperatuur van beide voorwerpen is gelijk en hoger dan de omgevingstemperatuur.  
b messing  
c Messing is de beste geleider. Uit het hele voorwerp wordt warmte afgegeven aan je hand. Bovendien gaat het warmte-transport bij een geleider sneller
- 2 Het metaal is een geleider, de warmte van je hand wordt over het gehele stuur verspreid.
- 3 De sneeuwblokken bevatten stilstaande lucht
- 4 Omdat deze een vaste lichaamstemperatuur hebben, die ze graag op peil willen houden.
- 5 a Er is dan geen isolerende luchtlag.  
b De wind blaast er doorheen zodat de verwarmde lucht wordt afgevoerd.

- 6 a Glas geleidt de warmte slecht, het glas zou slechts plaatselijk worden verwarmd. Glas zet uit bij temperatuurstijging. Bij ongelijke verwarming zal het glas op de ene plaats meer uitzetten dan op de andere plaats waardoor het kapot kan gaan.
- 7 a handvat van een pan, knop van de cv, handvat van een soldeerbout of strijkijzer  
b soldeerbout, verwarming, strijkijzer, pan

#### Werkblad 4

- 1 a Warm water stijgt vanzelf omhoog omdat de dichtheid kleiner is. Tegenwoordig moet je het warme water dus naar beneden pompen.  
b Het water zakt als het is afgekoeld in de radiator.
- 2 Het oppervlak is geribbeld om een zo groot mogelijke oppervlakte te krijgen, zodat de warmteafgifte zo goed mogelijk gaat.
- 3 De dichtheid van warme lucht is kleiner. De lucht stijgt dus op en verzamelt zich bij het plafond.
- 4 a zie tekening  
b Bij een convectorput zit de radiator niet in het zicht. Dit is vooral nuttig bij woningen met glazen wanden. De warmte wordt op deze manier niet naar buiten weggestraald en de bewoners houden een beter uitzicht.
- 5 De zweefvliegtuigen gaan rondcirkelen in de opstijgende warme lucht en worden zo meegevoerd naar hogere luchtlagen.
- 6 Wit reflecteert de warmtestraling het beste.
- 7 In witte kleding zodat de warmte-uitstraling het kleinst is. De omgevingstemperatuur is immers veel lager zodat je zelf warmte uit wil gaan stralen.
- 8 Het vocht in de kleding gaat verdampen. Voor het verdampen van het vocht is warmte nodig die aan het lichaam wordt onttrokken.
- 9 Tussen de aarde en de zon is de ruimte luchtledig. Voor stroming en geleiding heb je moleculen nodig die er niet zijn.
- 10 a dubbel glas voorkomt warmtegeleiding en stroming  
b spouwmuurisolatie voorkomt warmte geleiding  
c dak- of vloer-isolatie voorkomt warmte geleiding  
d radiatorfolie voorkomt warmte straling  
e tochtgaten en kieren afsluiten voorkomt warmtestroming
- 11 Regelmatig ventileren zodat de vochtige lucht uit huis verdwijnt.
- 12 De koelkast is meestal wit. Er is weinig warmteabsorptie. De wanden van de koelkast zijn gevuld met isolerende materialen. Het koelelement zit boven in het apparaat. Koude lucht zakt immers door de kleinere dichtheid.



Antwoorden op de H-bladen

Herhaalblad 1

- 1
  - a 29 MJ
  - b 29 kJ
  - c 29 GJ
- 2
  - a 33 MJ
  - b  $25 \times 33 \text{ MJ} = 825 \text{ MJ}$
- 3
  - a Deze warmte gaat verloren via schoorsteen, koelwater en zo de lucht in.
  - b  $30\% \text{ van } 100 \text{ MJ} = 30 \text{ MJ}$
- 4
  - a Als het rendement groter is dan 100% dan was het energieprobleem opgelost. Je krijgt er dan namelijk meer energie uit dan je er in stopt.
  - b Een rendement van 100% is ook niet mogelijk omdat er altijd wat energie verloren gaat in de vorm van niet gebruikte warmte.
- 5 6% van 25000 J is 1500 J.
- 6  $6,6 \text{ MJ} / 33 \text{ MJ} \times 100\% = 20 \%$

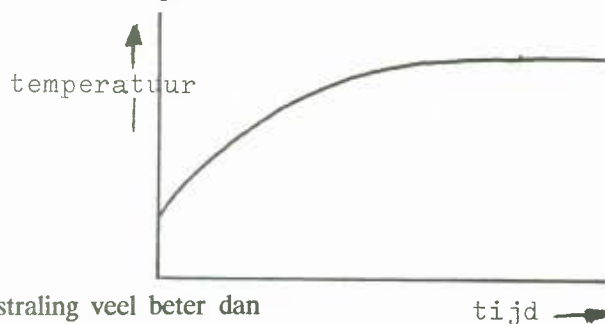
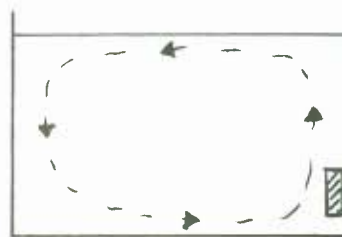
Herhaalblad 2

1	Materiaal	joule per seconde
	Zilver	420
	Koper	390
	Zink	110
	IJzer	75
	Kwik	10,4
	Beton	1,7
	Zand	1
	Glas	0,93
	Baksteen	0,6
	Water	0,6
	Hout	0,3–0,5
	Papier	1,18
	Alkohol	0,17
	Stilstaande lucht	0,024

- b Zilver.
  - c stilstaande lucht.
- 2 Poreuze materialen bevatten stilstaande lucht.
- 3 soort stof, temperatuurverschil en dikte.
- 4
  - a De verwarmde lucht stijgt op omdat deze een kleinere dichtheid heeft.
  - b De heteluchtballon met warme lucht stijgt op omdat warme lucht een kleinere dichtheid heeft dan koude lucht. Hierdoor wordt de opwaartse kracht groter dan de zwaartekracht.
- 5 opstijgende warme lucht.  
zweefvliegtuigen en vogels (zeevogels en roofvogels).
- 6 Het warme water heeft een kleinere dichtheid en stijgt dus op.



- 7 Het verwarmingselement moet je dicht bij de bodem plaatsen zodat het warme water gaat circuleren (zie figuur)
- 8 Nee, want warm water heeft een kleinere dichtheid en zal niet vanzelf naar beneden stromen.
- 9 De dop op de kan zorgt ervoor dat er geen warmte omhoog stroomt. Warme lucht stijgt immers op.
- 10 donker en dof.
- 11 Hoe groter het voorwerp, hoe groter de hoeveelheid uitgezonden straling.
- 12 a straling  
b Geleiding is hier te verwaarlozen omdat lucht een zeer slechte geleider is. Stroming is hier te verwaarlozen omdat de lucht stijgt en niet horizontaal van de radiator naar je hand stroomt.
- 13 Door ze sterk geribbeld te maken, of door het toepassen van ribben.
- 14 a zie figuur  
b De grafiek gaat steeds meer horizontaal lopen.  
c De temperatuur van de thermometer stijgt, waardoor hij steeds minder warmte absorbeert (of: waardoor hij zelf steeds meer warmte uitstraalt).
- 15 Een witte auto weerkaatst de warmtestraling veel beter dan een zwarte auto.
- 16 Het zwarte asfalt absorbeert de warmtestraling goed en stijgt daardoor sterk in temperatuur. De lucht boven dit wegdek wordt daardoor verwarmd en stijgt op.



## Bij de extrastofbladen

### Extrablad 1

- 1 Voor het verdampen is energie nodig. Deze energie wordt aan het horlogeglas onttrokken waardoor de temperatuur daalt. De waterdamp uit de omgeving koelt af en condenseert ook.
- 2 De temperatuur daalt. Dit komt omdat de energie uit de aceton wordt gebruikt voor het verdampen van de aceton.
- 3 Het ventiel zorgt ervoor dat de koelvloeistof wordt toegelaten als dat nodig is.
- 4 Koudere lucht heeft een grotere dichtheid dan warme lucht. Deze koude lucht zal dus vanzelf dalen. Door de verdamper wordt energie opgenomen omdat voor het verdampen energie nodig is.
- 5 Als de compressor werkt is deze warm. Het gas wordt samengeperst tot vloeistof en condenseert dus waardoor er warmte vrij komt.
- 6 a warmte uitstralen naar de omgeving.  
b groot oppervlak dus gemakkelijke uitstraling  
c zwart straalt de warmte goed uit.
- 7 Wit absorbeert de warmtestraling uit de omgeving slecht.
- 8 De verwarmde lucht kan dan door de openingen opstijgen

- 9 Er condenseert waterdamp op de verdamper zodat een laag ijs wordt gevormd. De meeste moderne koelkasten zijn voorzien van een automatische ontdooier waardoor het ijs van tijd tot tijd smelt.
- 10 De vloeistof in het buizen-systeem moet eerst naar beneden stromen.
- 11 Er wordt van buiten minder energie aan de koelkast toegevoerd.
- 12 Nee, want de koelkast gaat dan extra koelen, maar de warmte van de condensor wordt ook aan de kamer toegevoerd.
- 13 De elektrische energie wordt gebruikt voor het samenpersen van de damp. Ook voor het lampje in de koelkast.
- 14 Er wordt altijd energie uit de omgeving aan de koelkast toegevoerd.
- 15 De thermostaat zorgt voor de temperatuur regeling in de koelkast. Als de temperatuur te hoog wordt dan wordt de compressor ingeschakeld en het ventiel geopend zodat er weer vloeistof verdampt in de verdamper.
- 16 Boven in de koelkast is de temperatuur het hoogste, warme lucht stijgt immers op.

#### Extrablad 2

- 3 omdat op deze manier een lange strip weinig ruimte inneemt
- 4 Een lange strip zal bij een kleine temperatuurverandering al een relatief grote uitzetting geven. Deze lange strip is dus gevoeliger.
- 5 Het bimetaal regelt door uitzetting/inkrimping of de cv-installatie uit/aan geschakeld wordt.

#### Extrablad 3

- 1 Er is niet vermeld wat de massa is, en hoeveel graden je gaat verwarmen.
- 2 Warmtecapaciteit zegt iets over een voorwerp, soortelijke warmte zegt iets over één gram van een stof.
- 3  $Q = c.m. \quad T = 2,9.20.10 = 580 \text{ J}$
- 4  $c = Q / m. \quad T = 3520/80.20 = 2,2 \text{ J/g.K}$   
de stof is waarschijnlijk ijs.
- 5  $T = Q/m.c = 300/20.0,39 = 39.7 \text{ K}$
- 6 Water heeft een grote soortelijke warmte. Per graad temperatuurstijging kun je er veel warmte in op slaan. De stof is bovendien goedkoop en in grote hoeveelheden aanwezig.
- 7  $Q = c.m. \quad T = 2,9.1000.20 = 58000 \text{ J} = 58 \text{ kJ}$
- 8 a  $Q = k. \quad T = 200.60 = 12000 \text{ J}$   
b uit de vloeistof  
c  $c = Q / m. \quad T = 12000 / 100.20 = 6 \text{ J/g.K}$

#### Extrablad 4

- 1 a  $Q = k. \quad T = 200.60 = 12000 \text{ J}$   
b van de warme vloeistof  
c  $c = Q/m. \quad T = 12000/100.20 = 6 \text{ J/g.K}$
- 2 uit de grafiek blijkt:  $Q = 500 \text{ J}, \quad T = 80 \text{ K}$   
 $c = Q / m. \quad T = 500/1.80 = 6,25 \text{ J/g.K}$
- 3 a  $c = 0,33 \text{ J/g.K}$   
b de temperatuurstijging van  $10^\circ\text{C}$  naar  $16^\circ\text{C}$  geeft nogal wat onzekerheid: als je er  $0,5^\circ\text{C}$  naast zit is dat al 8 %  
c begin
- 4 a  $60^\circ\text{C}$



De verhoudingen van beide hoeveelheden vloeistof is 2:1  
De temperatuurverandering is dan 1 : 2 dus  $T$  is  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$   
en  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

- b lager dan  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  want het glas neemt ook energie op van het warme water.
- 5 a  $Q = k \cdot T = 2000 \cdot 60 = 120000\text{ J} = 120\text{ kJ}$   
 $Q = c \cdot m \cdot T = 4,2 \cdot 80 \cdot 60 = 20160\text{ kJ}$   
In totaal is er dus nodig  $20280\text{ kJ}$
- b  $t = E/P = 20280/2 = 10140\text{ s}$
- c  $20280\text{ kJ}$  is  $80\%$   
 $100/80 = 1,25$  dus  $100\%$  is  $1,25 \cdot 20280 = 25350\text{ kJ}$



TOETSNUMMER **29**

F-TOETS BLOK **15**

TOETSVERSIE **A**

OPEN DIT BOEKJE PAS ALS DAARVOOR TOESTEMMING IS GEGEVEN !

- 1 De juiste definitie van verbrandingswarmte is:

De verbrandingswarmte is de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij de verbranding van:

- A 1000 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- B 1000 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- C 1 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- D 1 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof

- 2 In dit vraagstuk zijn de getallen tussen ( ) het aantal kJ per snee, portie, glas of kop.

Iemand gebruikt als lunch vier sneden bruinbrood besmeerd met margarine (490), waarvan:

- 1 snee belegd met een plak worst (250)
- 1 snee belegd met een plak kaas (300)
- 1 snee belegd met jam ( 95) en
- 1 snee belegd met hagelslag (180).

Daarbij drinkt hij:

- 1 glas melk (315) en
- 1 kop koffie met melk en suiker (130).

De energiewaarde van deze lunch is:

- A 2590 kJ
- B 2915 kJ
- C 3100 kJ
- D 3230 kJ

- 3 De tank van een bromfiets bevat 10 liter benzine. Het rendement van de motor is 25%, de verbrandingswarmte van benzine is  $33 \cdot 10^9 \text{ J/m}^3$ .

Als de tank is leeggereden is er aan nuttige energie vrijgekomen:

- A  $8,25 \cdot 10^6 \text{ J}$
- B  $8,25 \cdot 10^7 \text{ J}$
- C  $8,25 \cdot 10^8 \text{ J}$
- D  $8,25 \cdot 10^{10} \text{ J}$

- 4 De eenheid van warmte is de:

- A graad celcius
- B watt
- C joule
- D joule per graad celcius

- 5 Koos vergelijkt de begrippen warmte en temperatuur en komt tot de volgende uitspraken. Zijn die juist?

	warmte is de energie die bij een energieomzetting kan vrijkomen	temperatuur is een maat voor de bewegingsenergie van de moleculen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 6 Als de temperatuur van een voorwerp stijgt wordt:

	de gemiddelde afstand tussen de moleculen	de gemiddelde snelheid van de moleculen
A	kleiner	kleiner
B	kleiner	groter
C	groter	kleiner
D	groter	groter

- 7 Met onze tastzin kunnen we:

	temperaturen van voorwerpen nauwkeurig bepalen	temperatuurverschillen van voorwerpen bepalen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 8 Als je een thermokoppel gebruikt meet je:

	verschil in spanning tussen de koude en de warme las	het verschil in stroomsterkte in de draden
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 9 Welke van de volgende omrekeningen is juist?

- A  $37\text{ }^{\circ}\text{C} = 300\text{ K}$
- B  $87\text{ }^{\circ}\text{C} = 360\text{ K}$
- C  $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 363\text{ K}$
- D  $843\text{ }^{\circ}\text{C} = 570\text{ K}$

- 10 Warmtetransport kan spontaan (dus: zonder toevoer van andere energie) alleen plaatsvinden:
- A van een voorwerp dat veel energie bezit naar een voorwerp dat weinig energie bezit
  - B van een voorwerp dat weinig energie bezit naar een voorwerp dat veel energie bezit
  - C van een voorwerp met lage naar een voorwerp met hogere temperatuur
  - D van een voorwerp met hoge naar een voorwerp met lagere temperatuur
- 11 De drie manieren waarop warmtetransport kan plaatsvinden zijn:
- A geleiding, straling en verbranding
  - B stroming, verbranding en isolatie
  - C verbranding, geleiding en isolatie
  - D stroming, geleiding en straling
- 12 Goede warmtegeleiders zijn:
- A hout en aluminium
  - B kurk en glas
  - C ijzer en messing
  - D steen en plastic
- 13 Je pakt een kartonnen pak melk en een blikje limonade uit de koelkast. Het blikje voelt het koudst aan. Dit komt doordat:
- A blik een betere warmtegeleider is dan karton
  - B karton een betere warmtegeleider is dan blik
  - C karton niet zo koud kan worden als blik
  - D blik meer warmte uitstraalt dan karton
- 14 Het verschil tussen warmtestroming en warmtegeleiding is dat bij stroming:
- A de molekulen van hun plaats komen
  - B de molekulen warmte uitstralen
  - C de molekulen dicht op elkaar gepakt zitten
  - D de molekulen harder trillen

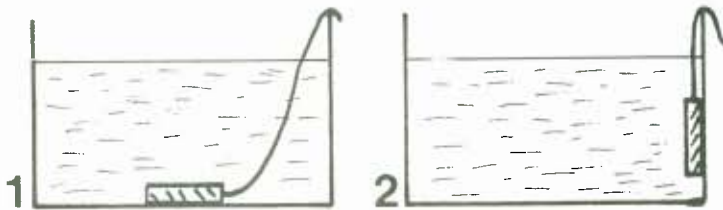
15 Bekijk de volgende feiten:

- 1 Als een hond het warm heeft laat hij zijn tong uit zijn bek hangen
- 2 De ruimte tussen dubbel vensterglas is gevuld met lucht
- 3 Convectorputten worden gebruikt voor het verwarmen van woonkamers
- 4 Jonge vogels zijn gehuld in donsveertjes

Toepassingen van lucht als warmte-isolator herken je bij:

- A 1 en 2
- B 1 en 3
- C 2 en 4
- D 3 en 4

16 In twee precies dezelfde aquariumbakken zit 10 liter water van 20 °C. Je gaat ze verwarmen met twee precies dezelfde verwarmingselementen, die je verschillend in de bakken plaatst. (zie figuren)



In welke bak treedt het meeste warmtetransport door stroming op?

- A in bak 1 duidelijk het meeste
- B in bak 2 duidelijk het meeste
- C in beide bakken ongeveer evenveel
- D dat is met deze gegevens niet te zeggen

17 Als lucht plaatselijk verwarmd wordt zal hij opstijgen.  
Dat komt doordat:

- A warme lucht een kleinere dichtheid heeft dan koude lucht
- B warme lucht een grotere dichtheid heeft dan koude lucht
- C de molekulen lichter worden
- D de molekulen sneller gaan bewegen

18 Bij warmtestraling wordt energie verplaatst:

- A doordat snelle molekulen tegen langzame botsen
- B doordat snelle molekulen naar de koude plaatsen gaan
- C doordat lichtmolekulen de warmte overbrengen
- D zonder dat molekulen nodig zijn

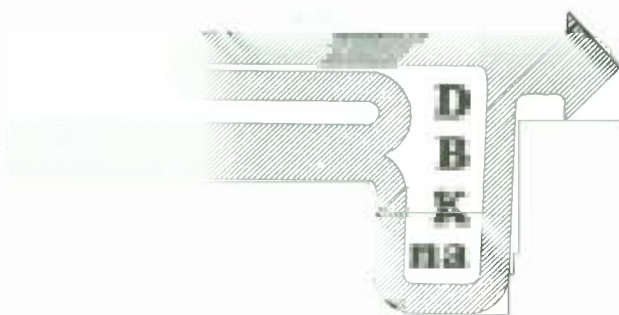


- 19 Hieronder zie je drie platte en even dikke ijzeren platen, die allemaal een temperatuur hebben van  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Nu geldt:

- A plaat 1 zendt de meeste straling uit
  - B plaat 2 zendt de meeste straling uit
  - C plaat 3 zendt de meeste straling uit
  - D de platen zenden allemaal evenveel straling uit
- 20 Een koperen bol P van 100 gram is verchroomd.  
Een koperen bol Q van 100 gram is geheel zwart van roet.  
Beide bollen ontvangen per seconde evenveel straling van een straalkachel.  
Dan geldt:
- A bol P stijgt sneller in temperatuur dan bol Q
  - B bol Q stijgt sneller in temperatuur dan bol P
  - C beide bollen stijgen even snel in temperatuur
  - D met deze gegevens kun je niet voorspellen welke bol het snelst in temperatuur zal stijgen
- 21 Tot de electromagnetische golven behoren:
- A radargolven, geluidsgolven en lichtstralen
  - B röntgenstralen, lichtstralen en radargolven
  - C radiogolven, geluidsgolven en radargolven
  - D röntgenstralen, lichtstralen en geluidsgolven
- 22 Om te zorgen dat bij warmteopslag in een voorwerp zo weinig mogelijk energieverlies optreedt kan men het beste:
- A het voorwerp met een luchtledig laagje omgeven
  - B het voorwerp in een grote bak water zetten
  - C de oppervlakte van het voorwerp zo groot mogelijk maken
  - D het oppervlak van het voorwerp ruw maken
- 23 De warmtegeleiding in vaste stoffen is een gevolg van:
- A het tegen elkaar botsen van trillende molekulen
  - B de kris-kras-beweging van molekulen door elkaar heen
  - C de stroming van warmtedeeltjes door de stof
  - D de stroming van molekulen met steeds hogere snelheid



TOETSNUMMER **29**  
F-TOETS BLOK 15  
TOETSVERSIE **B**

OPEN DIT BOEKJE PAS ALS DAARVOOR TOESTEMMING IS GEGEVEN !

- 1 Als je een thermokoppel gebruikt meet je:

	verschil in spanning tussen de koude en de warme las	het verschil in stroomsterkte in de draden
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 2 Als de temperatuur van een voorwerp stijgt wordt:

	de gemiddelde afstand tussen de moleculen	de gemiddelde snelheid van de moleculen
A	kleiner	kleiner
B	kleiner	groter
C	groter	kleiner
D	groter	groter

- 3 Koos vergelijkt de begrippen warmte en temperatuur en komt tot de volgens uitspraken. Zijn die juist?

	warmte is de energie die bij een energieomzetting kan vrijkomen	temperatuur is een maat voor de bewegingsenergie van de moleculen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 4 Welke van de volgende omrekeningen is juist?

- A  $37\text{ }^{\circ}\text{C} = 300\text{ K}$   
 B  $87\text{ }^{\circ}\text{C} = 360\text{ K}$   
 C  $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 363\text{ K}$   
 D  $843\text{ }^{\circ}\text{C} = 570\text{ K}$

- 5 Met onze tastzin kunnen we:

	temperaturen van voorwerpen nauwkeurig bepalen	temperatuurverschillen van voorwerpen bepalen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

6 De eenheid van warmte is de:

- A graad celcius
- B watt
- C joule
- D joule per graad celcius

7 De juiste definitie van verbrandingswarmte is:

De verbrandingswarmte is de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij de verbranding van:

- A 1000 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- B 1000 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- C 1 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof
- D 1 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof

8 De tank van een bromfiets bevat 10 liter benzine. Het rendement van de motor is 25%, de verbrandingswarmte van benzine is  $33 \cdot 10^9$  J/m<sup>3</sup>.

Als de tank is leeggereden is er aan nuttige energie vrijgekomen:

- A  $8,25 \cdot 10^6$  J
- B  $8,25 \cdot 10^7$  J
- C  $8,25 \cdot 10^8$  J
- D  $8,25 \cdot 10^{10}$  J

9 In dit vraagstuk zijn de getallen tussen ( ) het aantal kJ per snee, portie, glas of kop.

Iemand gebruikt als lunch vier sneden bruinbrood besmeerd met margarine (490), waarvan:

- 1 snee belegd met een plak worst (250)
- 1 snee belegd met een plak kaas (300)
- 1 snee belegd met jam ( 95) en
- 1 snee belegd met hagelslag (180).

Daarbij drinkt hij:

- 1 glas melk (315) en
- 1 kop koffie met melk en suiker (130).

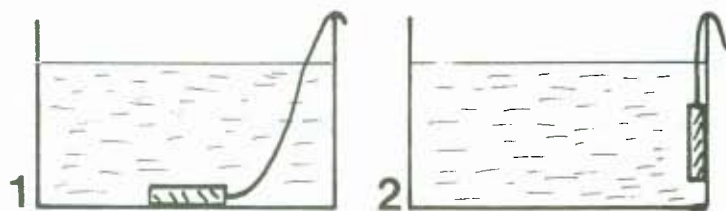
De energiewaarde van deze lunch is:

- A 2590 kJ
- B 2915 kJ
- C 3100 kJ
- D 3230 kJ

10 De warmtegeleiding in vaste stoffen is een gevolg van:

- A het tegen elkaar botsen van trillende molekulen
- B de kris-kras-beweging van molekulen door elkaar heen
- C de stroming van warmtedeeltjes door de stof
- D de stroming van molekulen met steeds hogere snelheid

- 11 In twee precies dezelfde aquariumbakken zit 10 liter water van 20 °C. Je gaat ze verwarmen met twee precies dezelfde verwarmingselementen, die je verschillend in de bakken plaatst. (zie figuren)



In welke bak treedt het meeste warmtetransport door stroming op?

- A in bak 1 duidelijk het meeste
  - B in bak 2 duidelijk het meeste
  - C in beide bakken ongeveer evenveel
  - D dat is met deze gegevens niet te zeggen
- 12 Bij warmtestraling wordt energie verplaatst:
- A doordat snelle molekulen tegen langzame botsen
  - B doordat snelle molekulen naar de koude plaatsen gaan
  - C doordat luchtmolekulen de warmte overbrengen
  - D zonder dat molekulen nodig zijn
- 13 Een koperen bol P van 100 gram is verchromd.  
Een koperen bol Q van 100 gram is geheel zwart van roet.  
Beide bollen ontvangen per seconde evenveel straling van een straalkachel.  
Dan geldt:
- A bol P stijgt sneller in temperatuur dan bol Q
  - B bol Q stijgt sneller in temperatuur dan bol P
  - C beide bollen stijgen even snel in temperatuur
  - D met deze gegevens kun je niet voorspellen welke bol het snelst in temperatuur zal stijgen
- 14 Om te zorgen dat bij warmteopslag in een voorwerp zo weinig mogelijk energieverlies optreedt kan men het beste:
- A het voorwerp met een luchtledig laagje omgeven
  - B het voorwerp in een grote bak water zetten
  - C de oppervlakte van het voorwerp zo groot mogelijk maken
  - D het oppervlak van het voorwerp ruw maken

- 15 Warmtetransport kan spontaan (dus: zonder toevoer van andere energie) alleen plaatsvinden:
- A van een voorwerp dat veel energie bezit naar een voorwerp dat weinig energie bezit
  - B van een voorwerp dat weinig energie bezit naar een voorwerp dat veel energie bezit
  - C van een voorwerp met lage naar een voorwerp met hogere temperatuur
  - D van een voorwerp met hoge naar een voorwerp met lagere temperatuur
- 16 Goede warmtegeleiders zijn:
- A hout en aluminium
  - B kurk en glas
  - C ijzer en messing
  - D steen en plastic
- 17 Het verschil tussen warmtestroming en warmtegeleiding is dat bij stroming:
- A de molekulen van hun plaats komen
  - B de molekulen warmte uitstralen
  - C de molekulen dicht op elkaar gepakt zitten
  - D de molekulen harder trillen
- 18 Tot de electromagnetische golven behoren:
- A radargolven, geluidsgolven en lichtstralen
  - B röntgenstralen, lichtstralen en radargolven
  - C radiogolven, geluidsgolven en radargolven
  - D röntgenstralen, lichtstralen en geluidsgolven
- 19 Hieronder zie je drie platte en even dikke ijzeren platen, die allemaal een temperatuur hebben van  $1000^{\circ}\text{C}$ .



- A plaat 1 zendt de meeste straling uit
  - B plaat 2 zendt de meeste straling uit
  - C plaat 3 zendt de meeste straling uit
  - D de platen zenden allemaal evenveel straling uit
- 20 Als lucht plaatselijk verwarmd wordt zal hij opstijgen. Dat komt doordat:
- A warme lucht een kleinere dichtheid heeft dan koude lucht
  - B warme lucht een grotere dichtheid heeft dan koude lucht
  - C de molekulen lichter worden
  - D de molekulen sneller gaan bewegen



- 21 Je pakt een kartonnen pak melk en een blikje limonade uit de koelkast. Het blikje voelt het koudst aan. Dit komt doordat:

- A blik een betere warmtegeleider is dan karton
- B karton een betere warmtegeleider is dan blik
- C karton niet zo koud kan worden als blik
- D blik meer warmte uitstraalt dan karton

- 22 De drie manieren waarop warmtetransport kan plaatsvinden zijn:

- A geleiding, straling en verbranding
- B stroming, verbranding en isolatie
- C verbranding, geleiding en isolatie
- D stroming, geleiding en straling

- 23 Bekijk de volgende feiten:

- 1 Als een hond het warm heeft laat hij zijn tong uit zijn bek hangen
- 2 De ruimte tussen dubbel vensterglas is gevuld met lucht
- 3 Convectieputten worden gebruikt voor het verwarmen van woonkamers
- 4 Jonge vogels zijn gehuld in donsveertjes

Toepassingen van lucht als warmte-isolator herken je bij:

- A 1 en 2
- B 1 en 3
- C 2 en 4
- D 3 en 4



TOETSNUMMER **30**

S-TOETS BLOK 15

TOETSVERSIE **A**

OPEN DIT BOEKJE PAS ALS DAARVOOR TOESTEMMING IS GEGEVEN !

- 1 De verbrandingswarmte van een stof is de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij verbranding van:

A 1 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof  
 B 1 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof  
 C 1000 kg vaste stof of 1 m<sup>3</sup> gas of vloeistof  
 D 1000 kg vaste stof of 1000 m<sup>3</sup> gas of vloeistof

- 2 In dit vraagstuk zijn de getallen tussen ( ) het aantal kJ per snee, portie, glas of kop

Iemand gebruikt als ontbijt:

1 snee bruinbrood (330) en  
 2 sneden volkorenbrood ((260),  
 alle drie besmeerd met margarine (160).

Het beleg is achtereenvolgens:

1 gebakken ei (480),  
 pindakaas (250) en  
 honing (135).

Hij drinkt erbij:

2 koppen koffie met melk en suiker (130).

Tenslotte eet hij nog een appel (240).

De energiewaarde van dit ontbijt is:

A 2215 kJ  
 B 2455 kJ  
 C 2565 kJ  
 D 2695 kJ

- 3 De tank van een auto bevat 40 liter dieselolie. Het rendement van de motor is 30 %. De verbrandingswarmte van dieselolie is  $36 \cdot 10^9$  J/m<sup>3</sup>.

Als de tank is leeggereden is er aan nuttige energie vrijgekomen:

A  $4,32 \cdot 10^8$  J  
 B  $4,32 \cdot 10^{10}$  J  
 C  $4,32 \cdot 10^{11}$  J  
 D  $4,32 \cdot 10^{13}$  J

- 4 De eenheid van temperatuur is:

A joule  
 B joule/°C  
 C watt  
 D °C

5 Annie vergelijkt de begrippen warmte en temperatuur:

	warmte is de hoeveelheid stralingsenergie die een voorwerp kan uitzenden	de temperatuur is een maat voor de bewegings-energie van de molekulen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

6 Als de temperatuur van een voorwerp daalt wordt:

	de gemiddelde afstand tussen de molekulen	de gemiddelde snelheid van de molekulen
A	groter	groter
B	groter	kleiner
C	kleiner	groter
D	kleiner	kleiner

7 Welke bewering is juist?

- A een kwikthermometer is geschikt om temperaturen te meten omdat kwik bij verwarming regelmatig uitzet
- B een kwikthermometer is geschikt om temperaturen te meten omdat kwik warmtestraling goed terugkaatst
- C met onze tastzin kunnen we nauwkeurig temperaturen bepalen, vooral van lauwe vloeistoffen
- D met onze tastzin kunnen we uitsluitend temperaturen boven 0°C goed bepalen

8 Bij een thermokoppel is de gemeten spanning een maat voor:

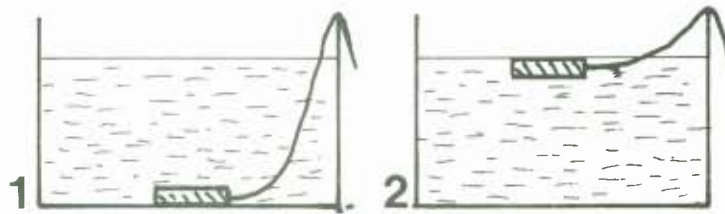
- A de temperatuur van de koude las
- B de temperatuur van de warme las
- C de gemiddelde temperatuur van de koude en de warme las
- D het verschil in temperatuur van de koude en de warme las

9 Ga na welke omrekening juist is:

- A 400 K = 673 °C
- B 753 K = 470 °C
- C 843 K = 570 °C
- D 1200 K = 917 °C

- 10 Warmtetransport kan spontaan (dus: zonder toevoer van andere energie) alleen plaatsvinden:
- A van een voorwerp met lage naar een voorwerp met hogere temperatuur
  - B van een voorwerp met hoge naar een voorwerp met lagere temperatuur
  - C van een voorwerp dat weinig energie bezit naar een voorwerp dat veel energie bezit
  - D van een voorwerp dat veel energie bezit naar een voorwerp dat weinig energie bezit
- 11 De drie manieren waarop warmtetransport kan plaatsvinden zijn:
- A stroming, geleiding en isolatie
  - B verhitting, stroming en straling
  - C geleiding, stroming en straling
  - D geleiding, verhitting en straling
- 12 Slechte warmtegeleiders zijn:
- A blik en aluminium
  - B nikkel en steen
  - C glas en plastic
  - D kurk en zilver
- 13 De grootte van het warmtetransport bij geleiding in een voorwerp wordt bepaald door:
- A het materiaal en de kleur van het voorwerp
  - B het materiaal en het temperatuurverschil binnen het voorwerp
  - C de luchtstroming langs en de kleur van het voorwerp
  - D de luchtstroming langs en het temperatuurverschil binnen het voorwerp
- 14 Metalen voorwerpen voelen kouder aan dan veel andere voorwerpen, ook al hebben ze dezelfde temperatuur. Dat kunnen we als volgt verklaren:
- A blinkende voorwerpen zien er koud uit en voelen daarom ook koud aan
  - B de molekulen van metalen voorwerpen kunnen minder warmte bevatten dan die van andere voorwerpen
  - C bij metalen voorwerpen is er meer warmtetransport door stroming dan bij andere voorwerpen
  - D bij metalen voorwerpen is er meer warmtetransport door geleiding dan bij andere voorwerpen

- 15 Stilstaande lucht als warmte-isolator wordt toegepast bij:
- A de lucht in convectorputten van de centrale verwarming
  - B de lucht in de schoorsteen van een kachel
  - C een trui, gebreid van pluizige wol
  - D de ventilatie-openingen in een raamkozijn
- 16 Welke uitspraak is juist?
- A bij warmtestroming geven de molekulen warmte door zonder zelf van plaats te veranderen
  - B bij warmtestroming nemen de molekulen de warmte met zich mee
  - C bij warmtegeleiding nemen de molekulen de warmte met zich mee
  - D bij warmtegeleiding stralen de molekulen warmte uit
- 17 In twee precies dezelfde aquariumbakken zit 10 liter water van  $20^{\circ}\text{C}$ . Je gaat ze verwarmen met twee precies dezelfde verwarmingselementen, die je verschillend in de bakken plaatst. (zie figuren)



- In welke bak treedt het meeste warmtetransport door stroming op?
- A in bak 1
  - B in bak 2
  - C in beide bakken, er is geen verschil
  - D dat is met deze gegevens niet te zeggen
- 18 Warm water stijgt op in koud water omdat:
- A warm water damp ontwikkelt en daarmee opstijgt
  - B de lucht in het water uitzet, opstijgt en het water meeneemt
  - C warm water is uitgezet en daardoor een kleinere dichtheid heeft gekregen
  - D de molekulen in het warme water sneller zijn gaan bewegen zodat ze vaker tegen hun burens botsen
- 19 Warmtetransport door straling geschiedt het beste als de tussenstof:
- A een gas is
  - B een vloeistof is
  - C een vaste stof is
  - D afwezig is (dus door een luchtledig)



- 20 Van een vlakke plaat bekijken we vier eigenschappen:  
 1 het oppervlak (ruw, glad, glimmend)  
 2 de vorm  
 3 de kleur  
 4 de massa  
 Als de plaat tot een hoge temperatuur (b.v. 800 °C) wordt verhit, hangt de warmteuitstraling af van:  
 A oppervlak en vorm  
 B oppervlak en kleur  
 C vorm en massa  
 D kleur en massa
- 21 Op een verchromde bol zit een pikzwarte roetvlek. Op elke cm<sup>2</sup> van het boloppervlak valt per seconde evenveel straling. Voor de geabsorbeerde straling geldt nu:  
 A 1 cm<sup>2</sup> roetvlek absorbeert per seconde meer straling dan 1 cm<sup>2</sup> chroomoppervlak  
 B 1 cm<sup>2</sup> roetvlek absorbeert per seconde minder straling dan 1 cm<sup>2</sup> chroomoppervlak  
 C 1 cm<sup>2</sup> roetvlek absorbeert per seconde evenveel straling als 1 cm<sup>2</sup> chroomoppervlak  
 D omdat roet en chroom verschillende stoffen zijn, is over de absorptie niets te zeggen
- 22 Als een voorwerp veel van de opvallende straling absorbeert, dan zal het:  
 A ook veel straling reflecteren  
 B weinig straling reflecteren  
 C een goede warmtegeleider zijn  
 D een slechte warmtegeleider zijn
- 23 Tot de electromagnetische golven behoren:  
 A röntgenstralen, infrarode stralen en geluidsgolven  
 B radargolven, infrarode stralen en ultraviolette stralen  
 C geluidsgolven, televisiegolven en zichtbaar licht  
 D röntgenstralen, radargolven en geluidsgolven
- 24 Om te zorgen dat bij warmte-opslag in een voorwerp zo weinig mogelijk warmteverlies optreedt kun je onder andere:  
 1 de luchtlag om het voorwerp regelmatig vervensen  
 2 de oppervlakte van het voorwerp ruw en zwart maken  
 3 een laag glaswol om het voorwerp wikkelen  
 Goede manieren om warmtetransport te verhinderen zijn:  
 A alleen 1  
 B alleen 3  
 C 2 en 3  
 D 1 en 3



TOETSNUMMER **30**

S-TOETS BLOK 15

TOETSVERSIE **B**

OPEN DIT BOEKJE PAS ALS DAARVOOR TOESTEMMING IS GEGEVEN !

- 1 Als de temperatuur van een voorwerp daalt wordt:

	de gemiddelde afstand tussen de molekulen	de gemiddelde snelheid van de molekulen
A	groter	groter
B	groter	kleiner
C	kleiner	groter
D	kleiner	kleiner

- 2 Bij een thermokoppel is de gemeten spanning een maat voor:

- A de temperatuur van de koude las
- B de temperatuur van de warme las
- C de gemiddelde temperatuur van de koude en de warme las
- D het verschil in temperatuur van de koude en de warme las

- 3 Welke bewering is juist?

- A een kwikthermometer is geschikt om temperaturen te meten omdat kwik bij verwarming regelmatig uitzet
- B een kwikthermometer is geschikt om temperaturen te meten omdat kwik warmtestraling goed terugkaatst
- C met onze tastzin kunnen we nauwkeurig temperaturen bepalen, vooral van lauwe vloeistoffen
- D met onze tastzin kunnen we uitsluitend temperaturen boven  $0^{\circ}\text{C}$  goed bepalen

- 4 Ga na welke omrekening juist is:

- A  $400\text{ K} = 673^{\circ}\text{C}$
- B  $753\text{ K} = 470^{\circ}\text{C}$
- C  $843\text{ K} = 570^{\circ}\text{C}$
- D  $1200\text{ K} = 917^{\circ}\text{C}$

- 5 Annie vergelijkt de begrippen warmte en temperatuur:

	warmte is de hoeveelheid stralingsenergie die een voorwerp kan uitzenden	de temperatuur is een maat voor de bewegings- energie van de molekulen
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

- 6 De eenheid van temperatuur is:

- A joule
- B joule/ $^{\circ}\text{C}$
- C watt
- D  $^{\circ}\text{C}$

- 7 In dit vraagstuk zijn de getallen tussen ( ) het aantal kJ per snee, portie, glas of kop

Iemand gebruikt als ontbijt:

1 snee bruinbrood (330) en  
2 sneden volkorenbrood ((260),  
alle drie besmeerd met margarine (160).

Het beleg is achtereenvolgens:

1 gebakken ei (480),  
pindakaas (250) en  
honing (135).

Hij drinkt erbij:

2 koppen koffie met melk en suiker (130).

Tenslotte eet hij nog een appel (240).

De energiewaarde van dit ontbijt is:

- A 2215 kJ
- B 2455 kJ
- C 2565 kJ
- D 2695 kJ

- 8 De tank van een auto bevat 40 liter dieselolie. Het rendement van de motor is 30 %. De verbrandingswarmte van dieselolie is  $36 \cdot 10^9 \text{ J/m}^3$ .  
Als de tank is leeggereden is er aan nuttige energie vrijgekomen:

- A  $4,32 \cdot 10^8 \text{ J}$
- B  $4,32 \cdot 10^{10} \text{ J}$
- C  $4,32 \cdot 10^{11} \text{ J}$
- D  $4,32 \cdot 10^{13} \text{ J}$

- 9 De verbrandingswarmte van een stof is de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij verbranding van:

- A 1 kg vaste stof of  $1 \text{ m}^3$  gas of vloeistof
- B 1 kg vaste stof of  $1000 \text{ m}^3$  gas of vloeistof
- C 1000 kg vaste stof of  $1 \text{ m}^3$  gas of vloeistof
- D 1000 kg vaste stof of  $1000 \text{ m}^3$  gas of vloeistof

- 10 De drie manieren waarop warmtetransport kan plaatsvinden zijn:

- A stroming, geleiding en isolatie
- B verhitte, stroming en straling
- C geleiding, stroming en straling
- D geleiding, verhitte en straling

- 11 Warm water stijgt op in koud water omdat:
- A warm water damp ontwikkelt en daarmee opstijgt
  - B de lucht in het water uitzet, opstijgt en het water meeneemt
  - C warm water is uitgezet en daardoor een kleinere dichtheid heeft gekregen
  - D de molekulen in het warme water sneller zijn gaan bewegen zodat ze vaker tegen hun burens botsen
- 12 Slechte warmtegeleiders zijn:
- A blik en aluminium
  - B nikkel en steen
  - C glas en plastic
  - D kurk en zilver
- 13 Metalen voorwerpen voelen kouder aan dan veel andere voorwerpen, ook al hebben ze dezelfde temperatuur. Dat kunnen we als volgt verklaren:
- A blinkende voorwerpen zien er koud uit en voelen daarom ook koud aan
  - B de molekulen van metalen voorwerpen kunnen minder warmte bevatten dan die van andere voorwerpen
  - C bij metalen voorwerpen is er meer warmtetransport door stroming dan bij andere voorwerpen
  - D bij metalen voorwerpen is er meer warmtetransport door geleiding dan bij andere voorwerpen
- 14 Welke uitspraak is juist?
- A bij warmtestroming geven de molekulen warmte door zonder zelf van plaats te veranderen
  - B bij warmtestroming nemen de molekulen de warmte met zich mee
  - C bij warmtegeleiding nemen de molekulen de warmte met zich mee
  - D bij warmtegeleiding stralen de molekulen warmte uit
- 15 Warmtetransport kan spontaan (dus: zonder toevoer van andere energie) alleen plaatsvinden:
- A van een voorwerp met lage naar een voorwerp met hogere temperatuur
  - B van een voorwerp met hoge naar een voorwerp met lagere temperatuur
  - C van een voorwerp dat weinig energie bezit naar een voorwerp dat veel energie bezit
  - D van een voorwerp dat veel energie bezit naar een voorwerp dat weinig energie bezit

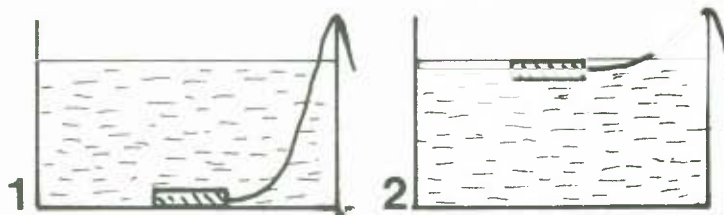
- 16 Om te zorgen dat bij warmte-opslag in een voorwerp zo weinig mogelijk warmteverlies optreedt kun je onder andere:
- 1 de luchtlaag om het voorwerp regelmatig verversen
  - 2 de oppervlakte van het voorwerp ruw en zwart maken
  - 3 een laag glaswol om het voorwerp wikkelen

Goede manieren om warmtetransport te verhinderen zijn:

- A alleen 1
  - B alleen 3
  - C 2 en 3
  - D 1 en 3
- 17 Als een voorwerp veel van de opvallende straling absorbeert, dan zal het:
- A ook veel straling reflecteren
  - B weinig straling reflecteren
  - C een goede warmtegeleider zijn
  - D een slechte warmtegeleider zijn
- 18 Warmtetransport door straling geschiedt het beste als de tussenstof:
- A een gas is
  - B een vloeistof is
  - C een vaste stof is
  - D afwezig is (dus door een luchtledig)
- 19 Op een verchromde bol zit een pikzwarte roetvlek. Op elke  $\text{cm}^2$  van het boloppervlak valt per seconde evenveel straling. Voor de geabsorbeerde straling geldt nu:
- A  $1 \text{ cm}^2$  roetvlek absorbeert per seconde meer straling dan  $1 \text{ cm}^2$  chroomoppervlak
  - B  $1 \text{ cm}^2$  roetvlek absorbeert per seconde minder straling dan  $1 \text{ cm}^2$  chroomoppervlak
  - C  $1 \text{ cm}^2$  roetvlek absorbeert per seconde evenveel straling als  $1 \text{ cm}^2$  chroomoppervlak
  - D omdat roet en chroom verschillende stoffen zijn, is over de absorptie niets te zeggen
- 20 Van een vlakke plaat bekijken we vier eigenschappen:
- 1 het oppervlak (ruw, glad, glimmend)
  - 2 de vorm
  - 3 de kleur
  - 4 de massa
- Als de plaat tot een hoge temperatuur (b.v.  $800^\circ\text{C}$ ) wordt verhit, hangt de warmteuitstraling af van:
- A oppervlak en vorm
  - B oppervlak en kleur
  - C vorm en massa
  - D kleur en massa



- 21 Tot de electromagnetische golven behoren:
- A röntgenstralen, infrarode stralen en geluidsgolven
  - B radargolven, infrarode stralen en ultraviolette stralen
  - C geluidsgolven, televisiegolven en zichtbaar licht
  - D röntgenstralen, radargolven en geluidsgolven
- 22 Stilstaande lucht als warmte-isolator wordt toegepast bij:
- A de lucht in convectorputten van de centrale verwarming
  - B de lucht in de schoorsteen van een kachel
  - C een trui, gebreid van pluizige wol
  - D de ventilatie-openingen in een raamkozijn
- 23 De grootte van het warmtetransport bij geleiding in een voorwerp wordt bepaald door:
- A het materiaal en de kleur van het voorwerp
  - B het materiaal en het temperatuurverschil binnen het voorwerp
  - C de luchtstroming langs en de kleur van het voorwerp
  - D de luchtstroming langs en het temperatuurverschil binnen het voorwerp
- 24 In twee precies dezelfde aquariumbakken zit 10 liter water van 20 °C. Je gaat ze verwarmen met weee precies dezelfde verwarmingselementen, die je verschillend in de bakken plaatst. (zie figuren)



In welke bak treedt het meeste warmtetransport door stroming op?

- A in bak 1
- B in bak 2
- C in beide bakken, er is geen verschil
- D dat is met deze gegevens niet te zeggen

