CENTRAAL EXAMEN NATUURKUNDE: WVO

	2016 tijdvak 1	2016 tijdvak 2	2017 tijdvak 1	2017 tijdvak 2	2018 tijdvak 1	2018 tijdvak 2
1.	Gekleurde LED's $R=\frac{U_R}{I}$	Onderzoek naar geluid in een fles $f=\frac{1}{T}$	Zonvolgsysteem $U_{AB}=U_{AC}$	Rookmelder $^{238}_{92}U+^{1}_{0}n\to^{239}_{92}U$	Uitrijden van een auto $s=v_{gem}t$	Mechanische doping $E=Pt$ $\rho=\frac{m}{V}$
2.		$v=f\lambda$	$U=IR$	$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$ $m=N\cdot 241\cdot u$	$[k]=\frac{[F]}{[v^2]}$ $F_{w,l}=\frac12\rho C_w Av^2$	$\lambda_{max}T=k_W$
3.			$U_{BC}+U_{LDR_1}+U_{LDR_2}=0$			$R=\rho\frac{\ell}{A}$ $A=\frac14\pi d^2$ $I=\frac{U}{R}$ $t=\frac{C}{I}$
4.	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$ $P_{el}=UI$	$[V^{-\frac12}]$	Cessna $F_z=mg$ $P=F_m v$			
5.	Ruimtelift $m\frac{v^2}{r}=G\frac{mM}{r^2}$ $v=\frac{2\pi r}{T}$		$\frac{[F_{lift}]}{[\rho]\cdot[A_{vleugel}]\cdot[v]^2}$	$U=IR$	$F_{res}=ma$ $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ $P=Fv$	
6.	$r=R_A+h$		$F_{lift}=\frac12\rho A_{vleugel}C_{lift}v^2$	X-stream	Water uit de ruimte $E_k=\frac12mv^2$ $E_g=-G\frac{mM}{r}$	
7.		Thalliumscintigrafie $^{201}_{82}Pb\to^{201}_{81}Tl+^{0}_{1}e\,(+\nu_e)$.		$P=Fv$		Gravitron
8.				Fw = k·m·g·cos(hoek)		$F_z=mg$
9.	$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ $F_{res}=ma$	$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$			$\lambda=\frac{h}{\sqrt{2\pi mk_BT}}$	
10.	$h=v_{gem}t$			Fw = (Fw +) k2·v² eindals		$v=\frac{2\pi r}{T}$ $F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$
11.	Vliegen $\left[\frac{d}{x}\right]$	$I=I_0\left(\frac12\right)^{\frac{d}{d_{\frac12}}}$ $I=\frac{P_{bron}}{4\pi r^2}$	Sirius B als Quantumsysteem $\lambda_{max}T=k_W$			Kleurstoflaser
12.	$x=\frac{v}{f}$	Jupiter fly-by		het viriaal-theorema $E_g=-G\frac{mM}{r}$ en $E_k=\frac12mv^2$. $r=R+h$		$\Delta E=\frac{hc}{\lambda}$.
13.	$v=\frac{x}{T}$	$F_g=G\frac{mM}{r^2}$ $F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$	$V=N_e d^3$	$G\frac{mM}{r^2}=\frac{mv^2}{r}$	Elektrische tandenborstel $F_z=mg$	$\Delta E=\frac{hc}{\lambda}$ $E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$
14.			$L=n\frac12\lambda$			
15.		$\Delta E_k=\frac12M(v_{j,na}{}^2-v_{j,voor}{}^2)$.	$E_n=n^2\frac{h^2}{8mL^2}$		$v=\lambda f$ $v=\sqrt{\frac{F}{\rho_\ell}}$	Ontspannen lopen
16.	Trillingen binnen een molecuul $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}}$ $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.		Protonenweegschaal $\ell=\frac12\lambda$ $v=\lambda f$			$P=Fv$
17.	$E_t=\frac12CA^2$			Speeldoosje	MRI	
18.	$\Delta E=hf_A$			$v=\lambda f$	$hf=\gamma hB_{MRI}$. $\Delta E=hf$	$s=\frac{v}{f}$
19.		$E_k=\frac12mv^2$ $E_g=-G\frac{mM}{r}$				Wijnfraude opsporen
20.				Elektronen uit metaal 'stoken'		
21.	Onderzoek van bot met calcium-47	Buiging bij een enkelspleet	Inwendige bestraling $^{124}_{54}Xe+^{1}_{0}n\to^{125}_{54}Xe\,(+^{0}_{0}\gamma)$			$^{137}_{55}Cs\to^{137}_{56}Ba+^{0}_{-1}e+^{0}_{0}\gamma(+\bar{\nu}_e)$
22.	$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$ $m=Nm_{atoom}$	$\sin\alpha=\frac{p_x}{p}$ $\lambda=\frac{h}{p}$	$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$ $m=N_0\cdot M$	$T=\frac{k_W}{\lambda_{max}}$	Energievoorziening voor een weerstation $P=UI$ $nC=It$	$\lambda=\frac{hc}{E_f}$
23.	$I=I_0\left(\frac12\right)^{\frac{d}{d_{\frac12}}}$	$\Delta x\Delta p\geq\frac{h}{4\pi}$			$E=UIt=UC$ $E=Pt$ $P=UI$	$A=A_0\left(\frac12\right)^{\frac{t}{t_{\frac12}}}$
24.		Draadbreuk				
25.		$R=\frac{\rho\ell}{A}$ $U=IR$				EIND EXAMEN
26.	EIND EXAMEN		EIND EXAMEN	EIND EXAMEN		
27.					EIND EXAMEN	
28.		EIND EXAMEN				
29.						

	2019 tijdvak 1	2019 tijdvak 2	2021 tijdvak 1	2021 tijdvak 2	2021 tijdvak 3
1.	Dafne Schippers tegen Ireen Wüst $v_{gem}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$	Pariser Kanone	Planck	Looping $mgh=\frac12mv^2$	Kayak-jumping $\frac12mv^2=mg\Delta h$
2.	$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$	$F_{res}=ma$ $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$		$F_z=mg$ en $F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$	$F_{z\parallel}=mg\sin\alpha$ $F_{res}=F_{z\parallel}-F_w$ $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$
3.		$\eta=\frac{E_k}{E_{ch}}$ $E_{ch}=r_m m$ $E_k=\frac12mv^2$			$F_z=mg$
4.		$A=\pi r^2$	$F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$ en $F=ma$ $v=\frac{2\pi r}{T}$	$\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$ $v=\sqrt{v_x{}^2+v_y{}^2}$	
5.					
6.	$\Sigma W=\Delta E_k$			$W_w=E_{k,in}-E_{k,uit}$ $W_w=F_w s$	
7.	PET samen met CLI $^{18}_{9}F\to^{18}_{8}O+^{0}_{+1}e\,(+\nu_e)\,(+\gamma)$		$T=\frac{k_W}{\lambda_{max}}$	Beker van Lycurgus	
8.		Elektrische gitaar	Cirkelgolf		AA-Batterijen
9.			$v=f\lambda$	$[k]=\frac{[f_{res}]}{\left[\sqrt{\frac{ne^2f}{\pi m}}\right]}$	
10.		$m=\rho V$ $V=\frac14\pi d^2\ell$ $\ell=\frac12\lambda$ $v=\lambda f$		$n=\frac{\rho}{m_{at}}$ $m_{at}=A\cdot u$	$R=\rho\frac{l}{A}$ $A=\frac14\pi d^2$
11.		$f=\frac{1}{T}$		$c=f\lambda$	$P=UI$ $I=\frac{U}{R}$ $P=\frac{U^2}{R}$
12.		$U_{ind}\propto\frac{d\Phi}{dt}$		SPECT-scan bij parkinson $^{123}_{52}Te+^{1}_{1}p\to^{123}_{53}I+^{1}_{0}n$	
13.				$N=N_0\left(\frac12\right)^{\frac{t}{t_{\frac12}}}$	GPS $I=\frac{P_{bron}}{4\pi r^2}$
14.	In de zon $\frac{I_1}{I_2}$		Alfanuclidetherapie $\frac{[E]}{[x]}$	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$	$P_{stral}=IA$ $\eta=\frac{P_{el}}{P_{stral}}$
15.		Elektronendiffractie $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{mv}$ $\frac12mv^2=eU$			$F_{mpz}=F_G\Rightarrow\frac{mv^2}{r}=G\frac{mM}{r^2}$
16.	$E=Pt$	$\lambda=\frac{h}{\sqrt{2emU}}$		$D=\frac{E}{m}$,	$c=\lambda f$
17.		$\Delta s=2d\sin\alpha$.			
18.	$E=\frac{hc}{\lambda}$	$2d\sin\alpha=n\lambda$.	$E_k=\frac12mv^2$ $p=mv$ $p=m\sqrt{\frac{2E_k}{m}}=\sqrt{2E_km}$	Joystick met Hall-sensor $\rho=\frac{RA}{\ell}$. $A=\frac14\pi d^2$	SIRT $^{90}_{39}Y\to^{90}_{40}Zr+^{0}_{-1}\beta+\gamma+(\bar{\nu}_e)$
19.	Ruiken		$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$		
20.					$A=A_0\left(\frac12\right)^{\frac{t}{t_{\frac12}}}$
21.		Gamma-chirurgie $^{60}_{27}Co\to^{60}_{28}Ni+^{0}_{-1}e+2^{0}_{0}\gamma+(\bar{\nu}_e)$	Zonnepanelen $P=U\cdot I$	$F_L=Bqv$ en $F_{el}=qE$ $E=\frac{U}{\Delta x}$	$E_{tot}=nE$
22.		$E=\frac{hc}{\lambda}$			Wortel en mango $E_f=\frac{hc}{\lambda}$
23.	$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$	$A=\frac{\ln 2}{t_{\frac12}}N$ $m=Nm_{at}$			$E_n=n^2\frac{h^2}{8mL^2}$
24.		$D=\frac{E}{m}$ $m=\rho V$ $V=\frac43\pi r^3$	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$	EIND EXAMEN	EIND EXAMEN
25.	Aardlekschakelaar $R=\rho\frac{\ell}{A}$ $U=IR$ $A=\frac14\pi d^2$		EIND EXAMEN		
26.	$U=IR$	EIND EXAMEN			
27.					
28.	$U_{ind}\propto\frac{d\Phi}{dt}$				
29.	EIND EXAMEN				

	2022 tijdvak 1	2022 tijdvak 2	2022 tijdvak 3	2023 tijdvak 1	2023 tijdvak 2	2024 tijdvak 1	2024 tijdvak 2
1.	Vrije worp bij basketbal $v_y=\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$	Massa meten in de ruimte	Schakeling van LED's $E=\frac{hc}{\lambda}$ $P=UI$ $\eta=\frac{P_{licht}}{P_{elek}}$	Langlaufen in klassieke stijl	Fietshelm	Snelheidsrecord op de fiets $t=\frac{s}{v}$	Elektrische scooter
2.	$W=Fs$ $E_k=\frac12mv^2$ $F_{res}=ma$	$F_{res}=F_R-F_L=Cu_0-Cu_0$		$u=\frac{F_v}{C}$	$\Delta E_z=\Delta E_k$ $mgh=\frac12mv^2$	$F_{w,\ell}=\frac12\rho c_w Av^2$	$E=IUt$
3.		$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$	$R=\frac{U}{I}$		$W=\Delta E_k$ $F_{res}s=\frac12mv^2$	$P=Fv$	$\eta=\frac{E_{nuttig}}{E_{in}}$
4.		$v_{max}=\frac{2\pi A}{T}$		$F_w=f_wF_n$		$v=\left(\frac{\Delta s}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$	
5.			Parkeren in de ruimte	Cappuccino		$\Sigma W=\Delta E_k$ $E_k=\frac12mv^2$ v_{gem}	
6.	Qled-tv		$F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$ en $v=\frac{2\pi r}{T}$		$F_{res}=F_z-F_p$	Goudlokje $\frac{r^3}{T^2}=\frac{GM}{4\pi^2}$	$F_w=\frac{W}{s}=\frac{\Delta E_k}{s}$.
7.		$P=F_w v$	$F_{mpz}=\frac{4\pi^2mr}{T^2}$	$\eta=\frac{P_{nuttig}}{P_{in}}$		$A\propto R^2$/gebruik van $A=\pi R^2$	$[k]=\frac{[F]}{[v]^2}$
8.	$\lambda_B=\frac{h}{p}$, $E_k=\frac{p^2}{2m}$	ECG in MRI $f=\frac{1}{T}$	$F_g=G\frac{mM}{r^2}$	$\rho=\frac{RA}{\ell}$	Deuterium $^{2}_{1}H+^{1}_{1}p\to^{3}_{2}He$	$I=\frac{P_{bron}}{4\pi r^2}$ $P=IA$, met $A=\pi R^2$	$F_{w,lucht}=\frac12\rho c_w Av^2$
9.	$E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$	$\sum_i U_i=0$	$T=\frac{k_W}{\lambda_{max}}$	Poollicht $v=\sqrt{2\frac{GM}{r}}$	$\lambda=\frac{hc}{E_f}$ $E_n=-\frac{13{,}609}{n^2}$	$P_{uit}=\sigma AT^4$	
10.	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$		Radon in de kelder	$v_{gem}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\cdot c$	Batterijtrein $\rho=\frac{RA}{\ell}$	Lise Meitner
11.	Practicum warmtestraling $A=\frac14\pi d^2$ $R=\rho\frac{\ell}{A}$ $P=\frac{U^2}{R}$						
12.	$1+\alpha(T-T_0)$	$A=\frac14\pi d^2_{aorta}$			$N(t)=N_0\left(\frac12\right)^{\frac{t}{t_{\frac12}}}$		$I=I_0\left(\frac12\right)^{\frac{d}{d_{\frac12}}}$
13.	$P=\sigma AT^4$	Adelaarsnevel			Treinwielen		
14.	$\lambda_{max}T=k_W$	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$ $E_n=-\frac{13{,}6\text{ eV}}{n^2}$		$E=\frac{hc}{\lambda}$	$\gamma=\frac{[d][t_0]}{[\lambda^2]}$	$P=I^2R$	$F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$
15.	$\frac{I_1}{I_2}=\left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2$		Parasailing		$v=\lambda f$ $f=\frac{1}{T}$	kernfusiereactor $^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\to^{4}_{2}He+^{1}_{0}n$	
16.	Om het hoekje $^{90}_{38}Sr\to^{90}_{39}Y+^{0}_{-1}\beta$	$\lambda_{max}T=k_W$	$a=\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$	Boomwhackers $\lambda=\frac{v}{f}$	$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$		Dualiteit
17.		$P=\sigma AT^4$ $A=4\pi R^2$	$F_z=mg$				
18.			Compton $E_f=\frac{hc}{\lambda}$ $p=\frac{h}{\lambda}$			$E_n=-\frac{13{,}6}{n^2}$ $E_f=\frac{hc}{\lambda}$	$E_f=\frac{hc}{\lambda}$
19.	$F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$ $v=\frac{Bqr}{m}$	$I=\frac{P}{4\pi r^2}$	$\Delta\lambda=\lambda'-\lambda=\frac{h}{mc}(1-\cos\varphi)$			$\frac{H_\delta}{H_\gamma}$	
20.	$v=\frac{Bqr}{m}$	LEO-satelliet	$\frac{[h]}{[m][c]}$	$v=\lambda f$	Geleidende klei	Echografie $[\rho]=\mathrm{kg\,m^{-3}}$ en $[v]=\mathrm{m s^{-1}}$	
21.		$F_{mpz}=\frac{mv^2}{r}$ en $F_g=G\frac{mM}{r^2}$ $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ $r=R_{aarde}+h$	$\lambda_{compton}=\frac{h}{mc}$	Ramsauer en Townsend	$\rho=\frac{RA}{\ell}$ $A=\frac14\pi d^2$		
22.		$P=Fv$ $F_w=\frac12\rho c_w Av^2$	Viool $f=\frac{1}{T}$		$R=\rho\frac{l}{A}$	$f_{herhaal,\,max}=\frac{1}{t_{tot}}$	Latin American Tower $f=\frac{1}{T}$
23.	Speciale fluit $v=f\lambda$	$\frac{dE_g}{dr}=\frac12GmMr^{-2}$	$v=f\lambda$	$\lambda=\frac{h}{p}$	Hawkingstraling $\frac{P}{P_{zon}}=\left(\frac{M}{M_{zon}}\right)^{3,8}$	$\lambda=\frac{v}{f}$	$a_{gem}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$, $v=\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$
24.		$v=\frac{2\pi r}{T}$	$f=\frac{v}{\ell}$ $\ell=n\cdot\frac12\lambda$ $f_{grondtoon}=\frac{v}{2\ell}$	$E_{elek}=E_{kin}-E_{pot}$	$E_{kin}=\frac12mv^2$ $E_g=-G\frac{mM}{r}$		$v=f\lambda$
25.	$v=\lambda f$	$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$	$f_n=n\cdot f_{grondtoon}$	$E_n=\frac{n^2h^2}{8mL^2}$	$r_s=\frac{2GM}{c^2}$	EIND EXAMEN	
26.	EIND EXAMEN	EIND EXAMEN	EIND EXAMEN	EIND EXAMEN			
27.					$P=\sigma AT^4$, $A=4\pi r_s{}^2$.		
28.							EIND EXAMEN
29.					EIND EXAMEN		

2016 tijdvak 1: Gekleurde LED's, Ruimtelift, Vliegen, Trillingen binnen een molecuul, Onderzoek van bot met calcium-47

2016 tijdvak 2: Onderzoek naar geluid in een fles, Thalliumscintigrafie, Jupiter fly-by, Buiging bij een enkelspleet, Draadbreuk

2017 tijdvak 1: Zonvolgsysteem, Cessna, Sirius B als Quantumsysteem, Protonenweegschaal, Inwendige bestraling

2017 tijdvak 2: Rookmelder, X-stream, De kracht van het viriaal-theorema, Speeldoosje, Elektronen uit metaal 'stoken'

2018 tijdvak 1: Uitrijden van een auto, Water uit de ruimte, Elektrische tandenborstel, MRI (Magnetic Resonance Imaging), Energievoorziening voor een weerstation

2018 tijdvak 2: Mechanische doping, Gravitron, Kleurstoflaser, Ontspannen lopen, Wijnfraude opsporen

2019 tijdvak 1: Dafne Schippers tegen Ireen Wüst, PET samen met CLI, In de zon, Ruiken, Aardlekschakelaar

2019 tijdvak 2: Pariser Kanone, Elektrische gitaar, Elektronendiffractie, Gamma-chirurgie

2021 tijdvak 1: Planck, Cirkelgolf, Alfanuclidetherapie, Zonnepanelen

2021 tijdvak 2: Looping, Beker van Lycurgus, SPECT-scan bij parkinson, Joystick met Hall-sensor

2021 tijdvak 3: Kayak-jumping, AA-Batterijen, GPS, SIRT, Wortel en mango

2022 tijdvak 1: Vrije worp bij basketbal, Qled-tv, Practicum warmtestraling, Om het hoekje, Speciale fluit

2022 tijdvak 2: Massa meten in de ruimte, ECG in MRI, Adelaarsnevel, LEO-satelliet

2022 tijdvak 3: Schakeling van LED's, Parkeren in de ruimte, Radon in de kelder, Parasailing, Compton, Viool

2023 tijdvak 1: Langlaufen in klassieke stijl, Cappuccino, Poollicht, Boomwhackers, Ramsauer en Townsend

2023 tijdvak 2: Fietshelm, Deuterium, Treinwielen, Geleidende klei, Hawkingstraling

2024 tijdvak 1: Snelheidsrecord op de fiets, Goudlokje, Batterijtrein, Temperatuurbepaling in een kernfusiereactor, Echografie

2024 tijdvak 2: Elektrische scooter, Lise Meitner, Dualiteit, Latin American Tower