

DAS VERFLIXTE MOL

© PCards.de



ES GAB MAL EINE FABRIK, IN DER FINGERSKATEBOARDS ALS REKLAMEARTIKEL FÜR FIRMAN UND SCHULEN GEFERTIGT WURDEN.

1. DIE FINGERSKATEBOARD GESCHICHTE

IN DER SCHREINEREI
WURDEN LAUFEND
DIE HOLZBRETTER
HERGESTELLT
UND BEMALT.



ZUM TROCKNEN WURDEN
SIE IN FLACHEN
HOLZSTAPELKISTEN
ZU JE $12 \times 12 = 144$ STÜCK
GELAGERT (UND SPÄTER
AUCH VERSCHICKT).

DIE KISTEN WURDEN PARALLEL
AUCH IN DER SCHREINEREI GEMACHT.



IN DER SCHMIEDE WURDEN
DIE ÄCHSEN HERGESTELLT.



IN DER REIFENFABRIK
WURDEN DIE REIFEN
GEFERTIGT, DIE IN SÄCKEN
WEITERGELIEFERT WURDEN.



IN DER GEWINDEDREHEREI
WURDEN SCHRAUBEN UND
MUTTERN GEFERTIGT,
UM DIE ÄCHSEN AM BRETT
ZU BEFESTIGEN.

DIESE WURDEN
IN BESONDEREN KISTEN
ZUM BAUCENTER GEBRACHT.



DANN WAR DA NOCH DAS
BAUCENTER, IN DEM ALLE
TEILE ZUSAMMENGEFÜGT
WURDEN.



ABGERUFEN WURDEN DIE FERTIGEN
BOARDS VON DER VERSANDABTEILUNG,
DIE DIE MASSENBESTELLUNGEN BEARBEITETE.



JEDE ABTEILUNG PRODUZIERT VERSCHIEDEN SCHNELL VOR SICH HIN UND SO WAREN MANCHMAL ZU WENIG SCHRAUBEN DA ODER ZU WENIG RÄDER.



ES KAM AUCH VOR, DASS DESHALB AUFTRÄGE DEN SCHULEN NUR VERZÖGERT AUSGELIEFERT WERDEN KONNTEN, WEIL AXSEN FEHLTEN.

Schön, dass Sie da sind, Herr Dr. Mol!

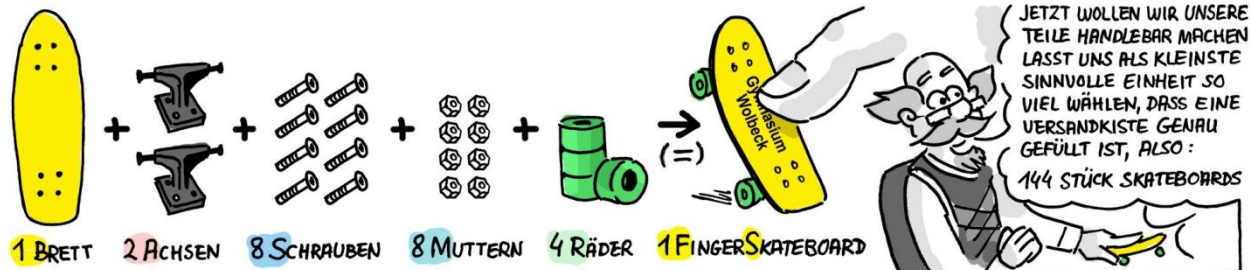


LASST UNS ZUNÄCHST UNTERSUCHEN, WELCHE TEILE WIR ÜBERHAUPT FÜR DIE FINGERSKATEBOARDS BENÖTIGEN!

- BRETT**
- + AXSEN
- + SCHRAUBEN
- + MUTTERN
- + RÄDER
- ↳ FINGERSKATEBOARDS

LASST UNS DANN UNTERSUCHEN, WIE VIELE TEILE WIR FÜR DIE KLEINSTE EINHEIT = 1 FINGERSKATEBOARD BENÖTIGEN!

DIE BESTEHEN ZWAR NOCH AUS EINZELTEILEN - DOCH SIE HABEN ANDERE EIGENSCHAFTEN: SIE ROLLEN UND MAN KANN MIT IHNEN SKATEN. MIT DEN TEILEN OBERHALB VOM PFEIL GEHT DAS NICHT.



DAFÜR BRAUCHEN WIR:

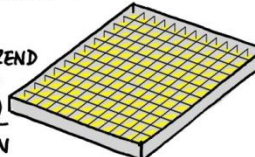
- 144 x 1B
- + 144 x 2A
- + 144 x 8S
- + 144 x 8M
- + 144 x 4R
- ↳ 144 x 1FS



DIE NEUE EINHEIT FÜR PRODUKTION UND VERSAND IST GEBORNEN:

1 DmD FS = 1 DUTZEND mal DUTZEND FingerSkateboards (Früher: 1Gros = 12 x 12)

ERLÄUTERUNG: EIN „DmD X“ IST KEINE ZAHL, SONDERN IMMER ETWAS ZUM ANFASSEN Z.B. 1 DmD RÄDER.

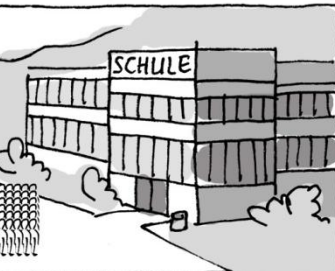


MIT DER ANZAHL „DmD“ MUSS IMMER DER STOFF MIT ANGEGEBEN WERDEN !!!

- DmD B
- + 2 DmD A
- + 8 DmD S
- + 8 DmD M
- + 4 DmD R
- ↳ DmD FS

EINE SCHULE MIT 8 JAHRGÄNGEN UND 4 KLASSEN MIT JE 36 SCHÜLER(INNEN) BRAUCHT Z.B. NUR 1152 = 8 DmD FINGERSKATEBOARDS MIT DEM SCHULLOGO ZU BESTELLEN.

AUFTRÄGE VON KLEINER ALS 1 DmD FINGERSKATEBOARDS Z.B. 0,125 DmD FINGERSKATEBOARDS (=18 FINGERSKATEBOARDS) WAREN ZWAR MÖGLICH ABER UNÜBLICH.





BESTELLER: GESAMTSCHULE SKATERTAL
BESTELLUNG ÜBER 2880, DAS SIND 20 DmD
FINGERSKÄTEBOARDS MIT IHREM SCHULLOGO.
LAUT WERKSTOFFINFO KÖNNEN WIR IN 4 TAGEN LIEFERN.



BESTELLANNAHME



2. DIE CHEMIE UND DIE KLEINSTEN TEILCHEN

HALLO, ICH BIN DER HELFENDE DR. ATOM!



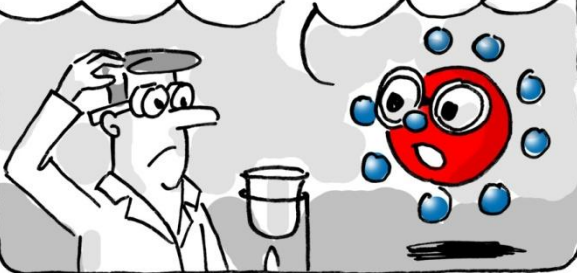
BEI UNSEREN CHEMISCHEN REAKTIONEN ENTSTEHEN NEUE STOFFE MIT GANZ NEUEN EIGENSCHAFTEN - DIE EINZELNEN BESTANDTEILE SIND HÄUFIG NUR DURCH EINE ANALYSE WIEDER ZU ERHALTEN.

HILFE DR. ATOM, DAS VERSTEHE ICH EINFACH NICHT. ICH KANN MACHEN, WAS ICH WILL: IMMER, WENN ICH EINE VERBINDUNG AUS KUPFER UND SAUERSTOFF HERSTELLE, BEKOMME ICH STATT VIELER MASSENVERHÄLTNISSE NUR ZWEI, NÄMLICH:

$$\frac{m \text{ KUPFER}}{m \text{ SAUERSTOFF}} = \frac{3,96875 \text{ g}}{1 \text{ g}} \text{ BEIM SCHWARZEN BZW. } \frac{7,9375 \text{ g}}{1 \text{ g}} \text{ BEIM ROTEN KUPFEROXID UND KEINE ANDEREN VERHÄLTNISSE.}$$



JA CHEMIKUS, DAS IST AUCH NICHT SO EINFACH. DU GLAUBST, DEINE KUPFERPORTION WÄRE MASSIV. STELL DIR DAS SO VOR: DU TEILST DAS KUPFERBLECH IN ZWEI TEILE. DANN NIMMST DU WIEDER EINE HÄLTE UND TEILST SIE UND SO WEITER UND SO WEITER.



IRGENDWANN KANNST DU MIT „PINZETTE+SKALPELL“ NICHT MEHR TEILEN. DANN TEILST DU ABER IN GEDANKEN WEITER, BIS DU ZU SO KLEINEN TEILCHEN KOMMST, DIE NICHT MEHR TEILBAR SIND.



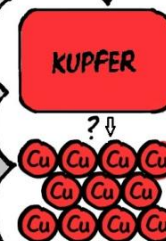
ACH JA, DIE KLEINSTEN TEILCHEN HEIßEN WIE DU! ATOME! (GRIECHISCH: UNTEILBAR)



DIE SIND ABER SO WINZIG, DASS DU SIE AUCH MIT DEM BESTEN SUPERMIKROSKOP NICHT SEHEN KANNST.

JA, DIE KLEINSTEN TEILCHEN EINES ELEMENTES HEIßEN ATOME. STELLE DIR DER EINFACHHEIT HALBER VOR:

1. ALLE ATOME EINES ELEMENTS SIND GLEICH
2. DIE ATOME SIND MASSIV



JOHN DALTON, 1803

REAGIERT DAS KUPFER ODER REAGIEREN DIE KLEINSTEN TEILCHEN?

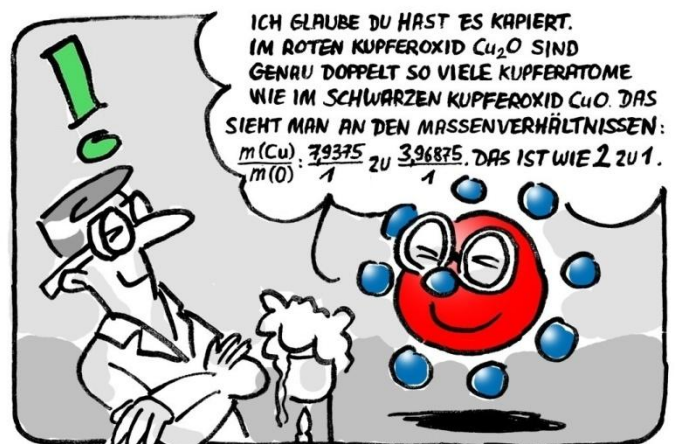


DU MUSST DIR VORSTELLEN, DASS SICH DIE KLEINEN KUPFERATOME MIT DEN KLEINEN SAUERSTOFFATOMEN VERBINDEN.

ES REAGIEREN IMMER DIE KLEINSTEN TEILCHEN. DAS GEHT BEI DER REAKTION VON KUPFER UND SAUERSTOFF NUR AUF ZWEI WEISEN:

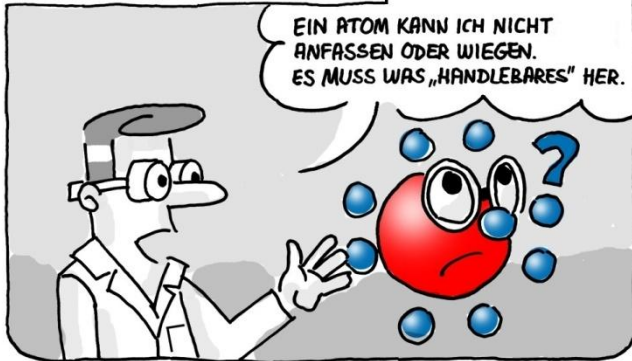
1. WENN SICH EIN KUPFERATOM Cu MIT EINEM SAUERSTOFFATOM O VERBINDET: ENTSTEHT SCHWARZES KUPFEROXID MIT DER FORMEL CuO







3. DER TRICK MIT DEM „MOL“
1. EINFÜHRUNG DER STOFFMENGE



EIN ATOM KANN ICH NICHT ANFASSEN ODER WIEGEN. ES MUSS WAS „HANDLEBARES“ HER.



DIE STOFFE REAGIEREN ZWAR IN KRUMMEN MASSEN-VERHÄLTNISSSEN, ABER IN KLEINEN GLATTEN TEILCHEN-VERHÄLTNISSSEN. DAHER FÜHRE ICH EINE NEUE GRÖÖE EIN: DAS MOL (SYMBOL: mol, EINHEIT: mol).



ICH NEHME SO VIELE TEILCHEN WASSERSTOFFATOME (LEICHTESTES CHEMISCHES ELEMENT), DASS DIESE ZUSAMMEN GENAU DIE MASSE 1,0000g BESITZEN.

HEUTE:
 $\frac{1}{12}$ VON N_A KOHLENSTOFFISOTOPEN ^{12}C

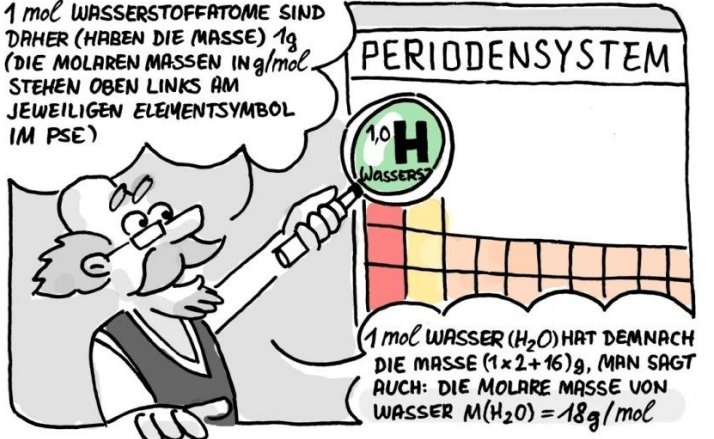


DAS SIND $6,023 \times 10^{23}$ H-ATOME = 602 300 000 000 000 000 000, IN WORTEN: SECHSHUNDERTZWEITRILLIARDENDREIHUN- DERT TRILLIONEN. SIE HEIÖEN ZU EHREN VON AMEDEO AVOGADRO N_A (NUMERO AVOGADRO). 1 mol EINES STOFFES SIND IMMER N_A STÜCK DES STOFFES.

AMEDEO AVOGADRO, 1811



MERKE: „1 mol x“ IST KEINE ZAHL, SONDERN EINE STOFFMENGE MIT „mol“ MUSS IMMER EIN STOFF ANGEZEIGT WERDEN! Z.B.: 1 mol WASSER



1 mol WASSERSTOFFATOME SIND DAHER (HABEN DIE MASSE) 1g (DIE MOLAREN MASSEN IN g/mol STEHEN OBEN LINKS AM JEWEILIGEN ELEMENTSYMBOL IM PSE)

1 mol WASSER (H_2O) HAT DEMNACH DIE MASSE $(1 \times 2 + 16)$ g, (MAN SAGT AUCH: DIE MOLARE MASSE VON WASSER $M(H_2O) = 18$ g/mol



MERKE: DIE EINHEIT DER MASSE IST: g DIE DER MOLAREN MASSE: g/mol

MOLARE MASSE VON ROTEM KUPFEROXID Cu_2O BERECHNET SICH SO:
 $M(Cu_2O) = 2 \times M(Cu) + M(O)$
 $= 2 \times 63,5 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol}$
 $= 143 \text{ g/mol}$
DARIN SIND 1 N_A KUPFEROXID TEILCHEN, DIE BESTEHEN AUS 2 N_A KUPFERATOMEN (=127g) 1 N_A SAUERSTOFFATOMEN (=16g)



DANN HAT SCHWARZES KUPFEROXID DIE MOLARE MASSE $M(CuO) = (63,5 + 16) \text{ g/mol} = 79,5 \text{ g/mol}$

DARIN SIND 1 N_A KUPFEROXID TEILCHEN, DIE BESTEHEN AUS 1 N_A KUPFERATOMEN 1 N_A SAUERSTOFFATOMEN



MEINE THESE
FÜR GASE:



EGAL, WELCHE FORMEL EIN GAS HAT ODER WIE SCHWER ES IST:
EIN BESTIMMTES VOLUMEN ENTHÄLT BEI (GLEICHEM) DRUCK
UND (GLEICHER) TEMPERATUR (GLEICH VIELE) TEILCHEN.

DAS MOLARE VOLUMEN $V_M = 24,2 \text{ L/mol}$ (SATP)
ENTHÄLT IMMER N_A TEILCHEN.

24,2 L Methan CH_4 16,0 g	24,2 L Wasserstoff H_2 2,0 g	24,2 L Sauerstoff O_2 32,0 g	24,2 L Helium He 4,0 g	24,2 L Biogas xx ca. 18,5 g
---	--	--	--	--------------------------------------

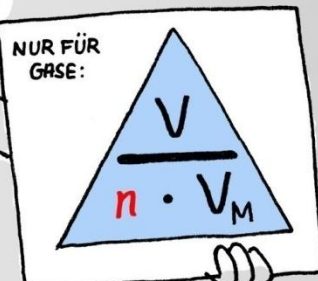
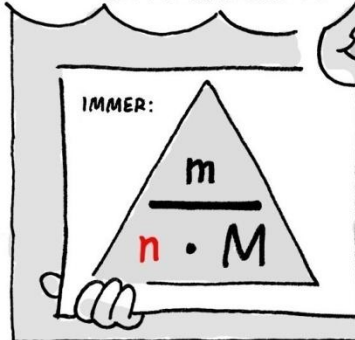
SATP = STANDARD AMBIENT TEMPERATURE + PRESSURE: 25°C ; 101,3 kPa

DANN NEHMEN 1 mol METHAN BEI SATP
EIN VOLUMEN VON 24,2 LITERN EIN.

DARIN SIND
 $1 N_A$ METHAN TEILCHEN,
DIE BESTEHEN AUS
 $1 N_A$ KOHLENSTOFFATOMEN
 $4 N_A$ WASSERSTOFFATOMEN



FÜR „GEPLAGTE“ SCHÜLER HABE
ICH NOCH EINE BESONDERE HILFE:
DIE RECHENDREIECKE...



SIE BRAUCHEN NUR DAS
GESUCHTE MIT DEM FINGER
ZU VERDECKEN UND ÜBRIG
BLEIBT, WIE MAN RECHNEN
MUSS.
SOLLEN DIE SCHÜLER Z. B.
AUSRECHNEN, WIE VIEL MOL
100g KUPFER SIND, VER-
DECKEN SIE n UND RECHNEN

$$\frac{m}{M} = \frac{100 \text{ g}}{63,5 \text{ g/mol}} = 1,575 \text{ mol Cu}$$



3. DER TRICK MIT DEM „MOL“
2. RECHNEN MIT DER STOFFMENGE

ICH ZEIGE DIR, WAS ALLES IN EINEM REAKTIONSSCHEMA STECKT...



REAKTION	KUPFER	+	SAUERSTOFF	→	KUPFEROXID (SCHWARZ)
REAKTIONSSCHEMA	Cu	+	O ₂	→	CuO
REAKTIONSGLEICHUNG	2 Cu	+	1 O ₂	≙	2 CuO
TEILCHEN		+		→	
STOFFMENGEN	2 mol (...)	+	1 mol (...)	→	2 mol (...)
MASSEN	2 x 63,5g	+	1 x (16 x 2)g	=	2 x (63,5 + 16)g
TEILCHENZAHLEN	2 N _A	+	1 N _A	→	2 N _A
VOLUMINA (SATP)	?	+	1 x 24,2L	→	?

LIES DIR JEDE ZEILE ZUSÄTZLICH MIT DEN STOFFNAMEN AUS DEN TABELLENÜBERSCHRIFTEN LAUT VOR!



REAKTION	KUPFER	+	SAUERSTOFF	→	KUPFEROXID (ROT)
REAKTIONSSCHEMA	Cu	+	O ₂	→	Cu ₂ O
REAKTIONSGLEICHUNG	4 Cu	+	1 O ₂	≙	2 Cu ₂ O
TEILCHEN		+		→	
STOFFMENGEN	4 mol (...)	+	1 mol (...)	→	2 mol (...)
MASSEN	4 x 63,5g	+	1 x (16 x 2)g	=	2 x (63,5 x 2 + 16)g
TEILCHENZAHLEN	4 N _A	+	1 N _A	→	2 N _A
VOLUMINA (SATP)	?	+	1 x 24,2L	→	?

„WIE VIEL g SAUERSTOFF REAGIEREN MIT 100g KUPFER?“

WIR SCHREIBEN DIE AUFGABE 4. UNTER DIE STOFFE DER REAKTIONSGLEICHUNG 3.



MERKE: MIT DER REAKTIONSGLEICHUNG (NR. 3) IST EINDEUTIG FESTGELEGT, IN WELCHEM STOFFMENGENVERHÄLTNIS (ALSO: MASSEN BZW. VOLUMINA) DIE STOFFE REAGIEREN. DESHALB KANN MAN DAMIT RECHNEN.

1. REAKTION	KUPFER	+	SAUERSTOFF	→	KUPFEROXID (ROT)
2. REAKTIONSSCHEMA	Cu	+	O ₂	→	Cu ₂ O
3. REAKTIONSGLEICHUNG	4 Cu	+	1 O ₂	≙	2 Cu ₂ O
4. AUFGABE	100 g		x g		

5. WIR SCHREIBEN DIE STOFFMENGEN (MASSEN ODER VOLUMINA) GENAU UNTER DIE STOFFE DER REAKTIONSGLEICHUNG

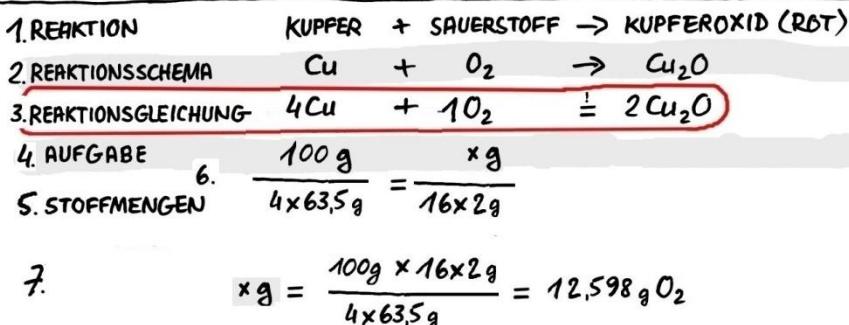


1. REAKTION	KUPFER	+	SAUERSTOFF	→	KUPFEROXID (ROT)
2. REAKTIONSSCHEMA	Cu	+	O ₂	→	Cu ₂ O
3. REAKTIONSGLEICHUNG	4 Cu	+	1 O ₂	≙	2 Cu ₂ O
4. AUFGABE	100 g		x g		
5. STOFFMENGEN	4 x 63,5 g		16 x 2 g		



6. IST ALLES KORREKT UNTEREINANDER, BRUCHSTRICHE UND GLEICHHEITSZEICHEN SETZEN!

7. x SEPARIEREN UND AUSRECHNEN!



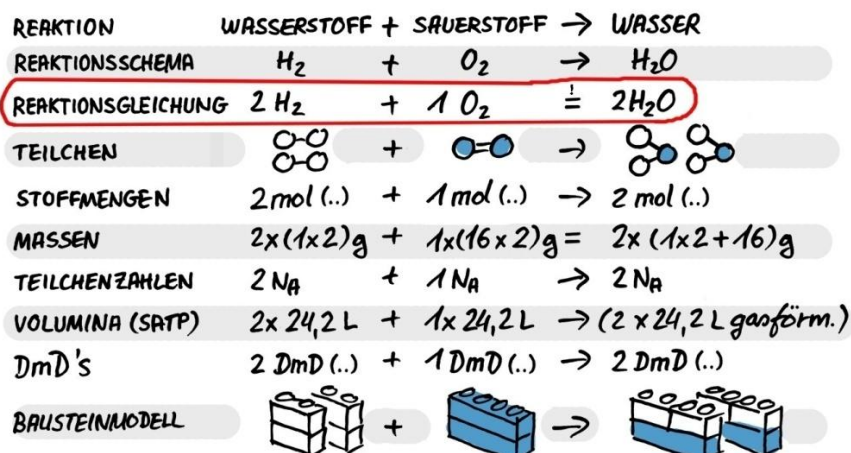
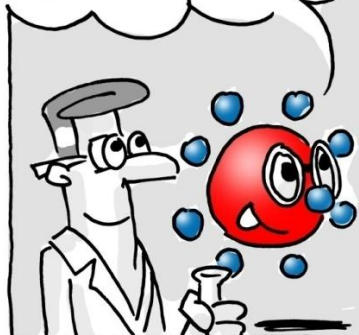
MIT DER REAKTIONSGLEICHUNG SIND DIE STOFFMENGENVERHÄLTNISSE IN MOL EINDEUTIG FESTGELEGT: REAGIEREN 4 mol KUPFER MIT GENAU 1 mol SAUERSTOFF. DANN AUCH $\frac{4}{10}$ mol KUPFER MIT $\frac{1}{10}$ mol SAUERSTOFF. ALSO AUCH 2,5,4 g KUPFER MIT GENAU 3,2g SAUERSTOFF



DAHER KANN MAN LEICHT AUSRECHNEN, WIE VIEL g SAUERSTOFF Z.B. MIT 100g KUPFER REAGIEREN, WENN MAN MIT DEN STOFFMENGEN-(MOLAREN) VERHÄLTNISSEN AUS DER REAKTIONSGLEICHUNG RECHNET:

STOFFMENGE KUPFER	REAKTIONSGLEICHUNG:	STOFFMENGE SAUERSTOFF	MASSE SAUERSTOFF
$\frac{m}{M} = \frac{100\text{ g}}{63,5\text{ g/mol}} = 1,5749\text{ mol}$	$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{1}$	$\frac{1,5749\text{ mol}}{4} = 0,3937\text{ mol}$	$0,3937\text{ mol} \times 32\text{ g/mol} = 12,598\text{ g}$

HI CHEMIKUS, WIEDERHOLE DAS REAKTIONSSHEMA NOCH EINMAL FÜR DIE WASSERSYNTHESE. LIES JEDE ZEILE LAUT VOR, DAMIT DU DIE BEDEUTUNG RICHTIG ERKENNST!



WERTER HERR DR. MOL! WIR BEDANKEN UNS BEI IHNEN FÜR IHRE VERDIENSTE ZUM WOHL DER MENSCHHEIT: DIE EINFÜHRUNG DES MOL ALLE CHEMISCHEN REAKTIONEN KÖNNEN NUN EINFACH BERECHNET WERDEN.

